#14

#14

ISSN 0387−6039

広島県水産試験場研究報告

第 14 号

LIBRARY

AUG 10 1984

National Marine Fisheries Service
2570 Dole Street
Honolulu, Hawaii

昭和59年 3 月

広 島 県 水 産 試 験 場

(広島県安芸郡音戸町大字音戸5233− 2)

広　水　試　研　報
Bull. Hiroshima Fish. Exp. Stn.

目　　次

原　　著

楠木　豊
広島湾における黄変カキの発生 …… 1
楠木　豊・赤繁　悟
カキ連の引き上げによる大量カキ産卵誘発 …… 11
高山晴義
広島県沿岸に出現する赤潮生物－Ⅱ …… 25
大内　晟
広島湾の赤潮予察システムについて …… 31
高場　稔
ガザミメガロパの夜間浮上について …… 39
馬久地隆幸
シオミズツボワムシの卵にみられる寄生体について—Ⅰ …… 51
橋本俊将
似島，幸ノ浦，竹原市高崎町における水温，塩素量，潮流の日変化 …… 55

短　　報

楠木　豊
投光用電灯及びマイクロ波によるマガキ開殻実験 …… 65

抄　　録

大内　晟・楠木　豊・高山晴義：珪藻赤潮の重回帰式と海域区分について …… 71
高山晴義：ヤコウチュウの研究－Ⅰ．触手と桿状体の機能 …… 71
溝上昭男・高場　稔・猪子嘉生：放流マダイの追跡調査 …… 72
高場　稔：ヨレモク・ノコギリモクの群落生態研究 …… 73
高場　稔・安江　浩：備後灘北部における抱卵ガザミの接岸について …… 73

雑　　録

1982～1983年場内研究発表会記事 …… 75

各種刊行物リスト

指定試験報告・栽培漁業報告・その他

要　　旨

広島湾における黄変カキの発生

楠木　豊

1981年冬季に，広島湾北部で黄変カキが発生した。このカキの生肉は，外見上何の異常も認められないが，その滲出液が黄色に着色する。一部では青味を帯びるものもあった。発生は，まず1月下旬に呉湾北部でみられ，2月になると呉湾，広島湾北部の全域に拡がり，特に呉湾と広島市沿岸のカキで著しかった。3月になると，次第に消滅していった。この色素は，約460 nmに吸収のピークがみられた。この黄変カキ発生の原因は，カキが摂食した植物プランクトンによるものと考えられたが，どういう種類のプランクトンであるかを確定することはできなかった。

広水試研報．14号
1－10（1984）

カキ連の引き上げによる大量カキ産卵誘発

楠木　豊・赤繁　悟

広島湾のカキ採苗において，近年，カキの付着数が著しく少ない年がしばしばみられる。このような状況を改善するには，カキの大量産卵誘発により幼生数を増加させることが必要である。そこで，4 mの吊り手の下に9 mのカキ連をつないで垂下養殖していたものを，7月22，23日に吊り手を取り除いてカキ連を4 m引き上げて，大量産卵誘発を試みた。この操作によりカキ連の上層カキは約1.5℃，中層カキは約0.5℃，下層カキは約0.2℃の昇温を受けた。引き上げから1.5時間後カキの大量産卵により海面が白濁した。生殖巣比の値は，7月上旬では各層とも60～70%であったものが，引き上げから数時間後上層で24%，中層で45%，下層で50%となった。カキ連の引き上げが大量産卵誘発に極めて有効であった。引き上げによるカキのへい死は認められず，10月中旬のへい死率は20%以下であった。

広水試研報．14号
11－24（1984）

広島県沿岸に出現する赤潮生物－Ⅱ．ヤコウチュウ *Noctiluca scintillans*（MACARTNEY）．

高山晴義

ヤコウチュウの形態的特徴や，県下における出現状況等について報告した。

発光プランクトンとして有名なヤコウチュウは大形の渦鞭毛虫（藻）で，広島県下ではほとんど毎年，いずれかの海域で本種の赤潮が発生している。この赤潮は特有な色調をしているので，他の赤潮と比較的容易に区別できる。従来ヤコウチュウ赤潮による漁業被害についてあまり警戒されていなかったが，四国沿岸等ではこの赤潮による漁業被害の記録があり，今後は注意する必要があろう。

広島試研報．14号
25－29（1984）

広島湾の赤潮予察システムについて

大内　晟

1976年から実施している赤潮予察調査の観測結果をもとに，主として多変量解析法による赤潮予察システムとその開発に取り組んでいる。

1. 赤潮図は，例年8月下旬に発生する *Gymnodinium* 赤潮の予察に有効であることが判明した。
2. 赤潮（PON）を水温，塩分，窒素，リンで数式化したところ，良好な関係式が得られた。
3. 赤潮のシミュレーションを1983年8月の五日市沖（St.18）について行ったところ，推定値と実測値とはよく整合していた。
4. 判別分析の誤判別確率の推移が赤潮予察に利用出来ることが判明した。

広島試研報．14号
31－38（1984）

ガザミメガロパの夜間浮上について

高場　稔

ガザミメガロパの生態を明らかにする目的で1979年，1980年の7月～8月に広湾，情原海域で，稚魚ネットによる時刻別・層別採集を行った。

カニ類のゾエア，メガロパ幼生とも日没前には中層以深に分布しているが，日没後20時から翌日1時にかけて浮上し，表層に分布する。それ以後，日の出前にかけて再び中層以深に降下した。ガザミメガロパも他のカニ類幼生と同様夜間浮上し，20時から22時にかけて表層での採集数が多く，また小潮よりは大潮の方が多い結果となった。さらに夜間においても表層の塩分が低い時には他のカニ類幼生と同様，ガザミメガロパ採集数は少ないことなど明らかとなった。今後この海域におけるガザミメガロパの分布量推定にあたっては，これらの結果に留意する必要がある。

広水試研報．14号
39－49（1984）

シオミズツボワムシの卵にみられる寄生体について－I

馬久地隆幸

シオミズツボワムシ *Brachionus Plicatilis* MULLER の培養において，近年，破壊された卵を携帯する個体が多く発生し，携卵数が多いにもかかわらずまったく増殖しないという事例が現われ始めた。これら卵破壊の原因について調査したところ，卵に外部寄生する生物体が観察された。

この寄生体は，後部に30μ程度の鞭毛を一本有した体長5～6μの球形の遊走子を形成する。この遊走子は卵に付着した後に，卵内に仮根を侵入させ，そのまま球形に成長する。直径が約23μ以上になると内部全体が多分裂して，30個以上の遊走子が形成され，寄生体の細胞壁がそのまま遊走子嚢となる。遊走子は寄生体の一カ所にできる放出孔から放出される。寄生体は卵のみでなく，ワムシの死骸やふ化した後の卵殻上でも成長し，遊走子を形成する。

広水試研報．14号
51－　（1984）

似島，幸ノ浦，竹原市高崎町における水温，塩素量，潮流の日変化

橋本俊将

広島市似島町，安芸郡江田島町幸ノ浦，竹原市高崎町で行った水温，塩素量，潮流の同時観測結果から，水温と塩素量の日変化と，潮流との関係を概観した。

水温の日変化は，似島では0mでは日周期型，2m以深では半日周期型で，深くなるに従い高水温期が少しずつ遅れる。幸ノ浦でも0mと2mとは日周期型，4m以深では半日周期型である。高崎町では各層とも半日周期型である。

塩素量の日変化は，似島では日周期型，幸ノ浦では半日周期型で，高崎町ではほとんど変化はない。

高崎町では，水温の半日周期の位相が潮流の半日周期成分（東分）の位相に近接している。

広水試研報．14号
55－64（1984）

投光用電灯及びマイクロ波によるマガキ開殻実験

楠木　豊

カキむき身作業の能率化をはかる目的で，投光用電灯とマイクロ波とを，カキに外部から照射して加熱し，カキ殻を開かせる実験を行った。投光用電灯照射により，殻外表面の温度は，数分間で180℃に達するが，殻内表面は約60℃にしかならない。このとき，内臓塊温度は45～50℃となり，開殻するにいたる。マイクロ波の照射では，内臓塊温度が40℃台では開殻する個体もあるが，開殻しないものもあり，50℃以上になるとすべてのカキが開殻した。これらのカキの生肉は，無処理のカキと外見上は変わらなかったが，TTC反応からみたカキの活性は，一部の個体で失われるものもあった。

広水試研報．14号
65－70（1984）

広島湾における黄変カキの発生

楠 木 豊

An Incidence of Yellow-oysters in Hiroshima Bay

Yutaka KUSUKI

During the winter of 1981, a yellow discoloration was noted in the juice of shucked oysters taken from the northern Hiroshima Bay, though oyster soft parts were normal in appearance. Sometimes discoloration had a greenish yellow.

At the end of January, 1981, the yellow discoloration of the oyster was noticed in Kure Bay, a branch of Hiroshima Bay. This discoloration spreaded over the northern Hiroshima Bay, where about 90 per cent of rafts in Hiroshima Prefecture were anchored. This discoloration lasted till March. The most marked discoloration was oysters from Kure Bay and the northern Hiroshima Bay near Hiroshima City.

A pigment was extracted by homogenizing the digestive diverticula of oysters with 3%NaCl solution and ethanol(1:1). When measuring the absorption spectrum of this supernatant, maximum absorption was found at about 460nm other than usual maximum at 430nm. Peak height at 460nm was measured from oysters at various stations in Hiroshima Bay and these peak heights were coincidenced with observations of the discoloration of oyster juices.

On the gills of oysters a number of micro-plankton of a species was retained along the gill filaments. This plankton might be the cause of the yellow discoloration, but unhurt plankton was unable to find there. Surface water samples were collected at Kure Bay and examined under the light microscope, but similar plankton as that found on the gills of oysters were not found.

1981年冬季に，広島湾一帯から取上げたカキをむき身すると，カキの生肉は外見上何の異常も認められないが，その浸出液が黄色に着色する現象が発生した。その色は濃く，場所によっては青味を帯びているものもあった。このカキは，その色から，一般に黄変カキと呼ばれるようになった。黄変カキは，この年が広島県下では初めての発生ではない。1974年4月にも，北部広島湾の西部海域で黄変カキが発生したことがある。また，カキ養殖業者によると，短期間ではあるが，毎年発生しているという話であった。しかし，今回のように広範囲に，また長期にわたって発生したことはなかった。これらの黄変カキは，むき身して各地に出荷されたため，販売先の保健所，消費者団体等から，黄変カキの発生原因について問合わせが相次ぎ，大きな問題となった。

このような着色カキとしては，宮城県における赤変カキがある。これは *Prorocentrum micans* に存在しているカロチノイドの1種であるペリジニンによるものであり，この色素がたんぱく質と結合して peridinin-chlorophyll *a*-protein となり，水溶性となっていることが明らかにされている。[1,2] 一方，黄変カキについては，これまで調査例が無く，調査方法が確立していない。そのため，1981年の黄変カキ調査では，色素の性状が明らかにできず，原因究明までにはいたらなかった。しかし，黄変カキの発生状況，分布範囲，色素の吸収曲線等を調査したので，その結果を報告する。

方　　法

今回の黄変カキの発生状況及び過去の発生事例については，広島・呉両農林事務所の水産業改良普及員によって，カキ養殖業者からの聞き取り調査が行われた。一方，広島湾にある主要カキ養殖漁場から，1981年2月17・18日の両日にカキの取上げ調査を行った。各養殖漁場の任意の筏から垂下連1本を吊り上げ，上から6枚目の付着器に付着しているカキを採集した。これを水産試験場に持ち帰り，むき身して生肉の外見観察と浸出液の色とを調べ，次いで消化盲のう部を切りとり，この色素を抽出して，色素の吸収曲線を調べた。

黄色色素は水溶性なので，赤変カキの色素抽出法[1,2]を参考にして，次の方法によることにした。すなわち，数個体の消化盲のう部を切り取って集め，約5 gを秤量の後，3％塩化ナトリウムとエチルアルコール1：1（容量）液40mℓでホモジナイズした。これを遠心分離（8,000 rpm，20分）し，上澄液を1 cmセルにとり，島津分光光度計 UV−200 で吸収曲線を描かせた。

この黄色色素は，海水中の微小植物プランクトンに由来するものではないかと考え，プランクトン調査を行った。まず，カキえらの検鏡を行い，また，黄変カキの着色の著しい海域の表面海水を汲みとり，黄変カキ発生の原因となっていると考えられそうなプランクトンの調査を行った。

結　　果

黄変カキの発生状況　黄変カキが発生して問題となったのは，最初呉市吉浦地区であった。1981年2月7日に，呉農林事務所水産課から，吉浦地区で黄変カキが発生しているということが，水産試験場に連絡されてきた。そして，2月9日に黄変カキが持ち込まれた。そのときのカキ養殖業者の話では，1月下旬から発生しはじめたということであった。また，2月10日頃には多くの地区から黄変カキ発生の報告が入ってきた。2月7日に，広島農林事務所水産課が聞き取り調査を行ったところによると，広島湾では2月に入ってから黄変カキが発生しているようである（表1）。また，過去における黄変カキ発生の事例についての聞き取り調査によると，短期間ではあるが毎年発生しているようである。

2月10日頃の黄変カキ発生状況は，広島湾北部の広島市沿岸及び呉湾で取上げたカキ浸出液の着色が著しかった。広島湾北部のうちでも，中央部海域にある筏から取上げたカキの浸出液の色は薄く，南部海域の切串，三高及び音戸では発生していなかった。しかし，2月中旬になると，

表1. 黄変カキ発生状況聞き取り調査結果（1981年2月7日）*

Table 1. Making inquiries concerning the incidence of yellow oysters on 7 Feb. 1981

漁場 Oyster growing grounds	発生時期 Outbreak	滲出液の色 Color of juice	その他 Remarks
阿多田島 Atada-shima	1週間前 A week before	黄緑色 Greenish yellow	毎年，缶詰時期に発生する。 Occur in March and April every year.
可部島 Kabe-shima	1週間前 A week before	黄色 Yellow	毎年発生する，今までは黄色の汁で，2月下旬白くなり，3月下旬緑色になる。黄色くなった後身入りが良くなる。 Occur every year. Color of the juice is yellow about this time and becomes white at the end of February and green at the end of March. After the color of juice becomes yellow, the fattness of oysters improved.
地御前 Jigozen	1週間前 A week before	黄緑緑色 Greenish yellow	
五日市 Itsukaichi	1週間前 A week before	黄緑色 Greenish yellow	毎年発生する。1974年の方がひどかった。 Occur every year. The color of the juice was denser in 1974.
江波 Eba	1週間前 A week before	黄緑色 Greenish yellow	毎年この時期に7～10日ぐらい発生する。肛門のところが黄色になっている。食べても異常はなかった。 Occur about this time every year for seven to ten days. Rectum becomes yellowish. Not toxi to eat.
金輪島 Kanawa-shima	1週間前 A week before	黄緑色 Greenish yellow	毎年この時期に発生する。 Occur about this time every year.

* 広島農林事務所水産課調査　Conducted by Fisheries Division, Hiroshima Agricultural and Forestry Office, Hiroshima Prefecture.

その分布域は拡大し，広島湾全域で発生がみられるようになり，浸出液の色も一層濃くなった。しかし，切串から三高，美能にいたる地区では色も薄く，出荷販売上の問題になるほどではなかった。

3月に入ってから浸出液の色は薄くなり，次第に消滅していった。

カキ取上げ調査　2月17・18日の両日，広島湾周辺海域の主要カキ養殖漁場13カ所でカキの取上げ調査を行った。このときの生肉の外観と浸出液の色は以下の通りであった。

阿多田島：閉殻筋の貝殻付着面の周辺が赤く，また生肉外表面全域が薄い赤色を呈する。

可部島：閉殻筋の貝殻付着面周辺が赤いが，阿多田島のカキよりは薄い。生肉外表面全域が薄い赤色を呈する。

地御前：生肉外表面全域が薄い赤色を呈しているが，閉殻筋の貝殻付着面周辺の赤色はみられない。

峠島：えらの外縁部や外とう膜内面の外縁部に近い方が薄い緑色を帯びている。生肉の外表面も全体的に薄い緑色を帯び，内臓塊の表面に黄緑色に着色した部分がみられる。

浸出液は黄緑色である。

似　　島：生肉外表面が薄い緑色である。浸出液は薄い黄色である。

津久根島：生肉外表面が薄い緑色で，えらは少し緑色が濃い。浸出液は黄緑色であるが，緑色が濃い。

江　　波：津久根島のカキより全体的に色が濃い。囲心腔周辺が薄い緑色を帯びている。浸出液は濃い黄緑色である。

切　　串：えらが薄い緑色を帯びており，囲心腔周辺部は薄い橙色をしている。浸出液は着色していない。

三　　高：切串のカキより色が薄く，正常なカキに近い。

大柿(引島)：生肉外表面全域が薄い黄緑色で，囲心腔周辺も黄緑色に着色している。カキ浸出液は濃い黄緑色である。

波 山 浦：生肉外表面全域が薄い黄緑色である。浸出液も黄緑色である。

臼 ケ 浦：波山浦とほぼ同じである。

音戸(アジワ島)：生肉の外観は正常である。浸出液は薄い黄緑色である。

以上の観察のうち，浸出液の着色について記述の無い所は，浸出液の着色が極めて薄いか，もしくは着色していないことを意味する。また，カキ生肉外表面に薄い緑色や黄緑色を帯びているものがあるが，これは着色カキと呼ぶほどの濃い色ではない。ただ，阿多田島，可部島，地御前の海域から取り上げられたカキにみられる，生肉外表面の赤い着色は，その色も濃く，着色カキであるといえる。したがって，これらのカキは，黄変カキだけでなく，別の種類の着色カキでもあるといえる。また，浸出液の色の濃いのは，呉湾から広島市沿岸にかけての海域であることがわかる。

色素の吸収曲線　カキ浸出液の色の濃い呉市吉浦地先のカキ消化盲のう抽出液の吸収曲線は，図1に示したように，約335 nm の大きなピークと，460nm 付近に小さなピークがみられる。一方，浸出液が着色しない当場のカキ消化盲のう抽出液では，460nm 付近のピークは極めて小さかった。このことから，黄変カキの色素は，460nm 付近にピークを

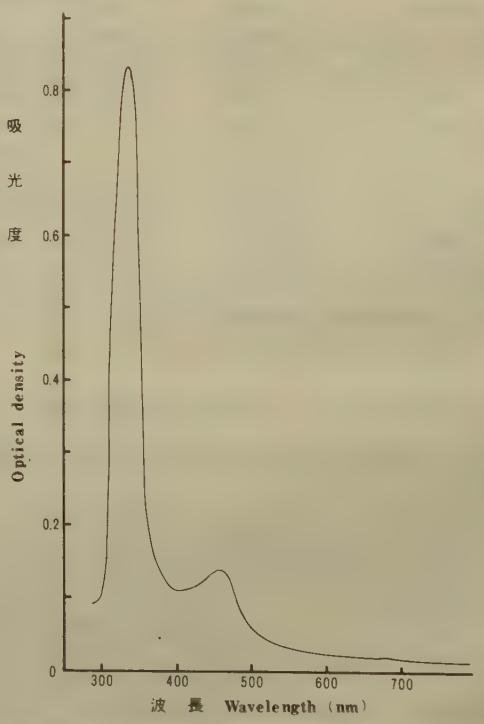


図1. 黄変カキ色素の吸収スペクトル．カキ消化盲のうを，水・エタノール（1：1）を加えてホモジナイズし，遠沈した。

Fig. 1. Absorption spectrum of the pigment in yellow oysters. Pigments were extracted by homogenizing digestive diverticula with water and ethanol (1:1) and this mixture was centrifuged.

持つことがわかった。それで，カキの取り上げ調査を行った13カ所のカキと吉浦のカキとの[illegible]消化盲のう抽出物の吸収曲線を調べ，このうち400－600 nm の吸収曲線を比較して図2に示した。図2をみると，約460nmのピークの他に420nm 付近にもピークがあり，約460nmのピークが大きいと，420nm 付近のピークは460nmのピークと一緒になってしまうことがわかる。この2つのピークの関係から，吸収曲線の形は大きく3つに分別することができる。すなわち，460 nm 付近に大きなピークのみられるⅠ型，460nm 付近にピークはあるが，あまり大きくないⅡ型，460nmのピークよりは420nm 付近のピークの方が大きいⅢ型である。これを，養殖漁場別に示すと次のようになる。

Ⅰ型：吉浦，大柿（引島），波山浦，臼ケ浦，江波，津久根島，峠島，音戸（アジワ島）

Ⅱ型：地御前，切串，似島

Ⅲ型：阿多田島，可部島，三高

この吸収曲線の形による分別と，生育の外観及び[illegible]の色の調査結果とから考えると，Ⅰ型が黄変カキの主な発生海域と一致することがわかる。Ⅲ型は，黄変カキ及び[illegible]の種類の着色も併せてもつ着色カキか，或いは正常に近いカキであると考えられる。

この吸収曲線から，大まかな黄変カキ色素の量的関係を算出してみることにした。この吸収曲線は，約460 nm のピークの他に，約420 nm にもピークがみられるので，460 nm のピークのベースラインとしては，420 nmのピークによる影響を差引かなければならない。図3に示したように，吸収曲線の420 nm と526 nm とを直線で結んでベースラインとし，

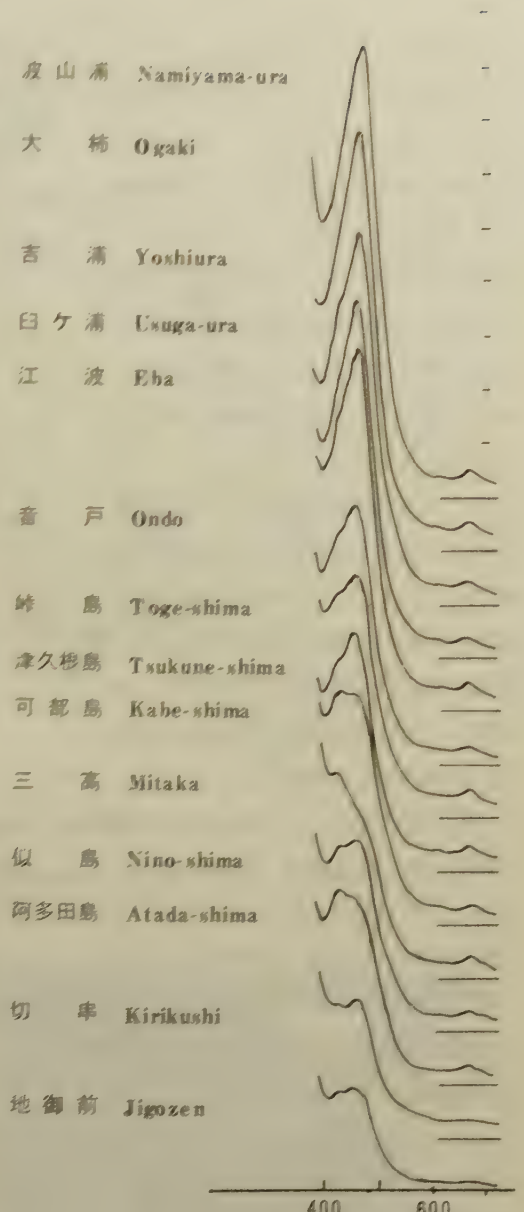


図2. 広島湾内各地産カキ消化盲のう色素の吸収スペクトルの比較，色素抽出法は図1と同じ

Fig. 2. Comparisons of the absorption spectra of the pigments in the digestive diverticula of the oysters from various parts in Hiroshima Bay. Pigments were extracted with the same procedure as in Fig. 1.

このベースラインからの460nm のピーク高hが，この黄変色素によるピークであるとした。この色素抽出には数グラムの消化盲のうを用いているので，この吸光値hを抽出に用いた消化盲のうの重量（g）で割って1g当たりの吸光値に換算して，各地区の値を出した。そして，最も値の高かった大柿（引島）の値を100として，各地区の値を割合で出し，これを円形図表で示したのが図4である。

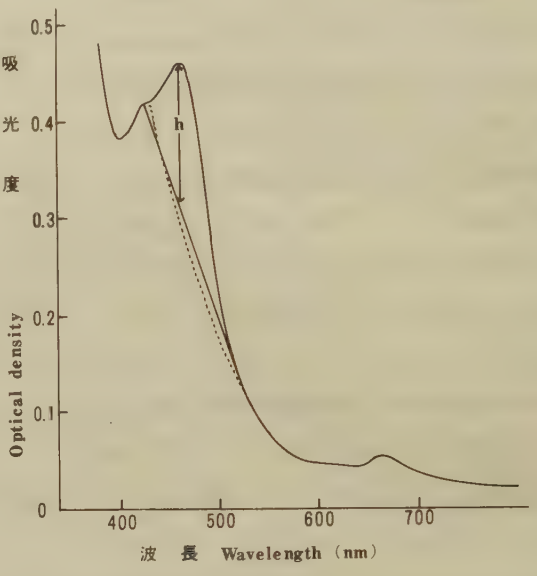


図3. 黄変カキ色素による約460 nmのピーク高(h)の算出，詳細は本文参照

Fig. 3. Measurement of peak-height(h) at abut 460nm of pigments in yellow oysters. For explanation, see text.

以上の測定結果は黄変カキ色素を分別定量しているわけではないので，正確にはいえないが，カキ浸出液の着色程度の大体の海域的傾向はつかめると思う。図4からみると，呉湾が最も色が濃く，次いで広島市沿岸海域の色が濃い。広島湾北部海域では，南にゆくほど色が薄くなる。三高は，ほぼ正常なカキであると考えられる。

原因プランクト調査　胃の内容物，えらに付着しているプランクトン，海水中プランクトンの三つについて調べた。

浸出液がかなり濃く着色することから考えると，この原因がカキに摂食された植物プランクトンの色素に由来するものとすれば，カキの胃の中には，このプランクトンが多数集められているはずである。このような考えから，カキ胃の内容物を検鏡した。しかし，これまでの胃内容物調査[3]と同様に，形のはっきりしたプランクトンはあまり見られず，着色原因プランクトンを見出すことはできなかった。

黄変カキのえらを見ると，薄い緑色を呈している所がある。この部分を切りとって検鏡すると，さい糸に沿って多数の，同じ種に属すると思われるプランクトンが集められているのが観察された（図版Ⅰ）。このプランクトンは，その形からみて，*Gymnodinium* 属ではないかと考えられた。しかし，いずれのプランクトンも，その形が無傷ではなく，種の査定はできなかった。

海水中のプランクトン調査は，2月9日に，浸出液の着色の濃かった大柿町引島海域の表面海水を汲みとり，水産試験場に持ち帰って検鏡したが，黄変カキの原因をなすと思われるようなプランクトンはみられなかった。2月12日に，呉湾の表層海水を採水したものからも，黄変カキの原因と考えられるようなプランクトンはみられなかった。2月17日にも，再び呉湾で表面海水を採水して検鏡した。このときには *Gymnodinium* が認められたが，その数は1㎖当たり1個程度

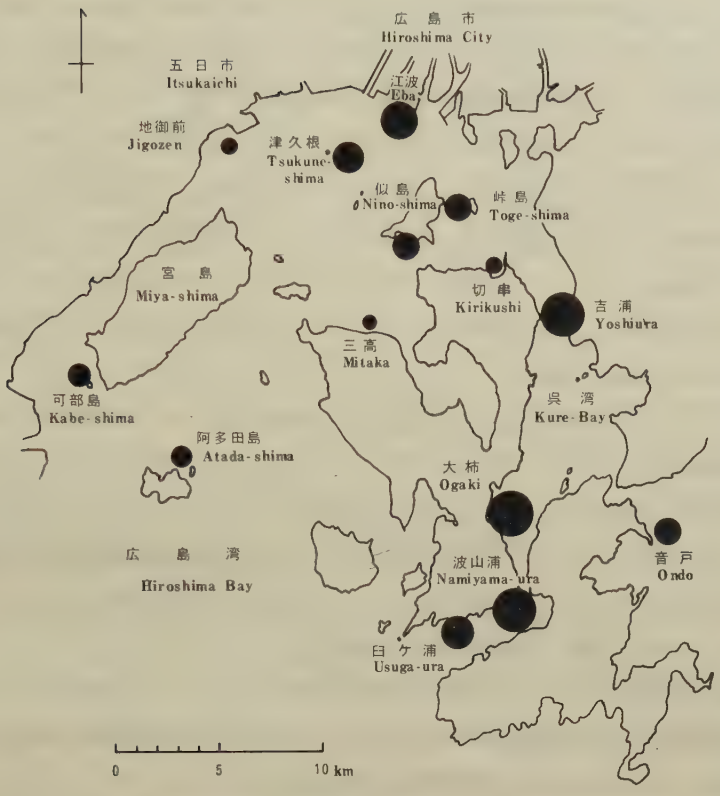
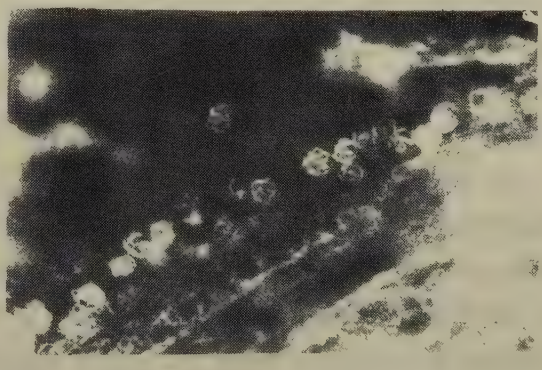


図4.　広島湾内カキ消化盲のう黄変色素量hの比較

Fig. 4. Comparisons of "h" in Fig.3 obtained from absorption spectra of the pigments in digestive diverticula of oysters from various parts in Hiroshima Bay.

と極めて少なかった。結局，カキの胃内容物検査，えらの検査，海水のプランクトン調査からは，黄変カキの原因プランクトンと考えられるようなプランクトンを見つけることはできなかった。



図版1.　黄変カキのさい糸に沿って集められているプランクトン

Plate 1. Plankton retained on the gill filamments of yellow oyster

考　　察

着色カキの発生は，かなりの頻度でみられるものであるが，短期間の発生で終ることが多く，経済的被害を受けることもあまりないので，問題にされることは少ないようである。本格的に研究された事例としては，宮城県の赤変カキ[4]ぐらいのものであろう。

着色カキといっても，その色や現われ方などに多くの種類がある。色によって分けるのが一般的であるが，その色の現われ方にも注目する必要がある。すなわち，軟体部のうち，特にえらや体表面が着色するものと，軟体部の外観に異常は認められないが，むき身カキの滲出液が着色するものとである。1958年に広島湾北部の西部海域である佐伯郡沿岸を中心に発生した赤変カキ[5]は，カキのえらが赤くなったものであり，したがって前者に属する。宮城県にみられた赤変カキ[4]は，広島の場合と同じく「赤変カキ」と呼ばれているが，後者に属する。したがって，混乱を招くことになるので，この2つは区別して用いるようにした方がよいであろう。それで，前者を外因性，後者を内因性と，ここでは呼ぶことにする。この呼び方に従うと，今回の黄変カキは内因性黄変カキということになる。

内因性黄変カキは，今回が初めての発生ではない。聞取り調査からも明らかなように，短期間ではあるが毎年発生しているようである。特に1974年に，佐伯郡沿岸に発生した内因性黄変カキは，かなり滲出液の色が濃かった。その後は大発生はなかったが，今回の内因性黄変カキは，その発生範囲，色の濃さからいっても最大のものであった。また発生期間も長期にわたり，1月下旬頃から発生をはじめ，2月が最盛期となり，3月に入って次第に消滅していった。滲出液の色が特に濃かったのは，呉湾と広島市沿岸の養殖漁場から取り上げたカキであった。切串から三高にかけての海域から取上げたカキの滲出液は色が薄かった。また，佐伯郡沿岸から取り上げたカキの滲出液は色も薄く，佐伯郡五日市町では，1974年の方が滲出液の色が濃かったというのは，五日市に限って言えば，正しいといえよう。

広島県下で著しい着色カキが発生したのは，1958年の外因性赤変カキ[5]と，1974年の内因性黄変カキ，それに今回の内因性黄変カキの3回である。このうち，前2回は広島湾北部の西部海域で発生したものであり，今回のように，広島湾北部海域全域で発生したことは，過去に例のないものであった。

着色カキが発生したときに一番困るのは，着色色素の抽出をどのような方法で行うのが良いかということであろう。1974年の内因性黄変カキが発生したときも，むき身カキ滲出液からエチルエーテル，クロロフォルム等を用いて色素を抽出しようと試みたが，これらの溶媒に溶出しないため，抽出できなかった。今回は，内因性赤変カキの色素抽出法を参考にして色素抽出を行い，吸収曲線をみたところ，約460nmに吸収のピークがみられたので，このピークの高さから発生の著しい所，色の薄い海域などの検討を行うことができた。この黄色色素の性状についての研究は，東北大学農学部奏満夫教授に依頼している。その研究の結果，色素の抽出法については，図5のように示して頂いた。参考までに，ペリジニンによる内因性赤変カキの抽出方法も，併せて記載しておく。

着色カキが出現した場合，その色素が内因性黄変カキ色素，或はペリジニンと明確な場合には，図5の色素抽出方法に従って処理すればよい。しかし，一般的には色素の種類が不明であるから，対応に困ることになる。それで，以下に示すような色素抽出法を考えている。内因性着色カキの場合には，色素が水溶性となって滲出してきているので，まずカキ軟体部又は消化盲のう部を水

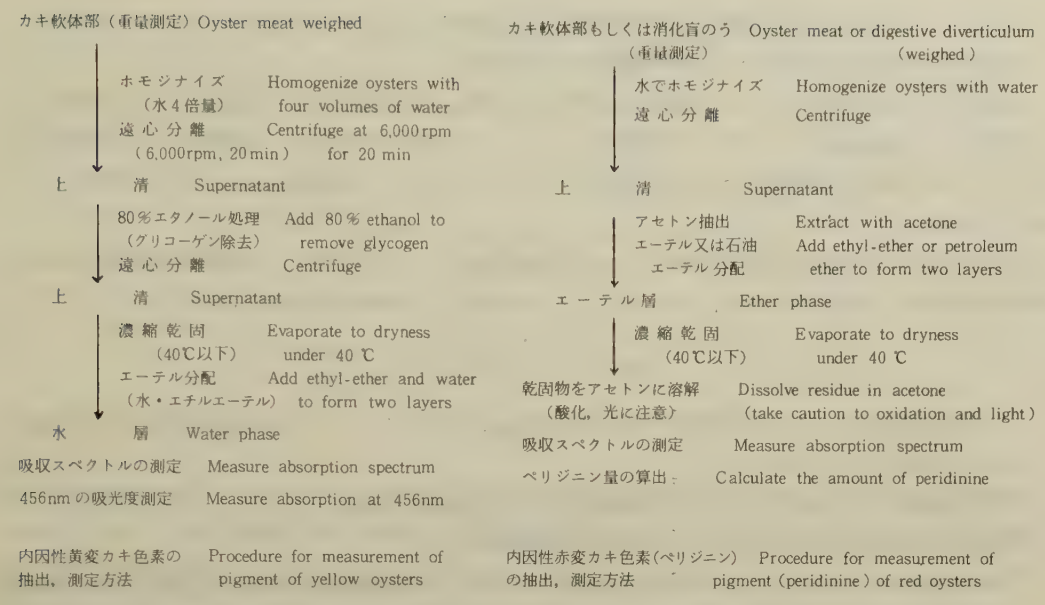


図5. 着色カキ色素の抽出方法，東北大学秦満夫教授より教示して頂いた

Fig. 5. Procedures for extraction of pigments in discolored oysters, which were given by Dr. Mitsuo Hata of Tohoku University.

でホモジナイズし，遠心分離する。その後はカロチノイドの抽出法[8]にしたがって，上清水をエタノール，メタノール，アセトンなどの親水性溶媒で処理し，これにエーテルを加えた後，水を加えて二層に分離する。各々の層は無水硫酸ナトリウムで脱水した後，減圧下で溶媒を除く。これは，カロチノイドの一般的抽出方法ではあるが，クロロフィルも同時に抽出される。BOON[9]は，この方法で内因性赤変カキの色素を分析している。また，この方法は，図5に示した内因性黄変カキ色素の抽出法とほぼ同じであり，まずこの方法で，着色カキ色素の第一段階の検討を行うのがよいと考えられる。

カキえらが一面に着色したり，カキ滲出液が著しく着色する原因が，植物プランクトンの色素に由来する場合には，着色が著しいことから考えると，着色原因となる植物プランクトンは海水中に多数存在しているものと考えられる。したがって，カキ着色の著しい海域の海水を採水し，検鏡するだけで容易に着色原因プランクトンを見つけることができるように考えられる。しかし，実際には，このような方法で原因プランクトンを解明することは極めて困難である。外因性赤変カキ発生のときの調査[5]でも，原因プランクトンを見つけるのに何度も調査しなければならなかった。宮城県の内因性赤変カキは，*Prorocentrum micans* が原因とされているが，冬に発生する同じ内因性赤変カキについては，まだ原因プランクトンはわかっていない。[4] 今回調査を行った内因性黄変カキも，カキえらには，着色の原因ではないかと考えられる同じ大きさの，同一種類と考えられるプランクトンが多数みられるのに，海水中のプランクトン調査では，このプランクトンを見つけることはできなかった。採水した海水中のプランクトンを篩で大きさによって分けこれを濃縮して検鏡するのがよいかもしれない。逆に，採水した海水を検鏡したときにみられる

多くのプランクトンは，カキえら上に見かけることは少ない。このようなことは，カキの摂餌という面からも重要な問題であり，調査検討する必要がある。

なお，この内因性黄変カキが消滅した1981年3月に，内因性赤変カキが発生した。冷凍カキを解凍すると滲出液が赤くなり，不評をかった。さらに1981年10月に，地御前のカキ種苗をむき身し，胃の部位を針で刺すと赤い汁が出てきた。このように，着色カキは，発生の頻度は高いものである。

末尾であるが，本調査の聞取り調査，カキ採集に協力して頂いた広島・呉両農林事務所の水産業改良普及員に深謝の意を表します。また，この調査には当場研究員の協力を得た。

要　　約

1. 1981年冬季に，カキ軟体部の外観は異常が認められないが，カキの滲出液が黄色或は黄緑色となる黄変カキが発生した。
2. 発生海域は，広島県の主要カキ養殖漁場である広島湾北部海域一帯であり，特に呉湾と広島市沿岸の海域で取り上げたカキの滲出液の色が濃かった。
3. 発生時期は，1981年1月下旬から発生しはじめ，2月が最盛期となり，3月に入って消滅した。
4. 黄変カキ色素は，約460nmに吸収の極大がみられた。
5. 黄変カキの発生原因については，なお不明である。
6. 着色カキ色素の処理方法について考察を加えた。

文　　献

1）奏満夫・奏正弘・阿部幸子：*Prorocentrum micans* および赤変カキの色素について．宮城気仙沼水試昭和51年度指定調査研究総合助成事業報告書，29－34，1977.
2）奏満夫・奏正弘：赤変カキの色素について ―PCPの性質と単離の試み―．宮城気仙沼水試昭和52年度指定調査研究総合助成事業報告書，13－16，1978.
3）GALTSOFF, P. S.：The American oyster, *Crassostrea virginica* Gmelin. Fish. Bull. 64, 1－480, 1964.
4）宮城県気仙沼水産試験場：指定調査研究総合助成事業（昭和51年－53年の三カ年のとりまとめ）報告書　赤変カキ　ワカメあなあき病），1－27，1979.
5）広島県水産試験場：赤変カキについて．水試だより No. 68，1959.
6）羽田良禾：カキ着色とプランクトンとの関係．鈴峰女子短大研究集報，第6集，自然科学編，85－91，1959.
7）MORITA, R. Y.：An incidence of pink oysters in Galveston Bay, Texas. Publ. Inst. Marine Sci., Univ. Tex. 5, 163－164, 1958.
8）服部明彦・藤田善彦：藻類実験法（田宮博・渡辺篤編），第1版，南江堂，東京，1965，pp. 287－295.
9）BOON, D. D.：The red pigment in discolored oysters and soft-shelled clams from the Chesapeake Bay. Chesapeake Sci. 13, 334－335, 1972.

カキ連の引き上げによる大量カキ産卵誘発

楠木　豊・赤繁　悟

Induction of Massive Oyster Spawning by Pulling the Oyster Culturing Strings from Deep to Shallow Layer

Yutaka KUSUKI and Satoru AKASHIGE

Abstract

Poor oyster spatfalls (per collector) have often occurred in Hiroshima Bay in recent years. One of the causes of these poor spatfalls is that in summer oyster strings are hung from rafts in deep layer with wires to avoid settlement of the fouling organisms. Oysters in deep layer may be subjected to lower temperature and narrower range of fluctuation in temperature, therefore may be less easily to spawn massively than in shallow layer. Pulling oyster strings from deep to shallow, warmer layer will be thought to be the most convenient in the induction of massive spawning, so its effectiveness was examined.

Oyster strings (about 9m in lenght) were pulled to the shallow, warmer layer by removing wires (4m in lenght) on July 22/23, 1983. Oysters were subjected to a rapid rise of temperature, that is, ca. 1.5℃ in the upper, ca. 0.5℃ in the middle and ca. 0.2℃ in the lower portion of the oyster string. After an hour and a half from the pulling, the sea water became white owing to massive release of sexual products. The mean ratios of gonad to total area of cross section of visceral mass, which had been 65% in early July, decreased to 24% in the upper, 45% in the middle and 50% in the lower portion of the oyster string.

広島湾におけるカキ採苗は，従来７月中に行われてきたが，1968年以降カキ付着時期が遅くなり，採苗は８月に行われるようになった。また，付着器１枚当りの付着数が少なく，再度採苗を行わなければならなくなる年があるなど，採苗が不安定となっている[1)]。

このような変化の背景として幾つかの理由が考えられるが，広島湾北部海域の北西部での産卵用親ガキの絶対数の減少及び親ガキが低水温層に深吊り垂下されていることが，採苗の不安定性の主要因と考えられる。

採苗の安定化のためには，或る程度の親ガキを広島湾北部海域に確保し，これを人為的に一斉に大量産卵させる必要がある。貝類の産卵誘発法は多く報告されている[2-9)]が，養殖漁場で実施できる方法としては，深吊りカキ連の引き上げにより，カキに昇温刺激を与える方法が最も実用

的であると思われる。そこで，カキ養殖漁場の特定の筏を対象として，カキ連引き上げによる大量産卵誘発の効果を検討し，若干の知見が得られたのでその結果を報告する。

実　験　方　法

広島市南区似島町深浦のカキ筏1台に垂下したイキスカキを試験の対象として，1982年6月から10月まで，毎月1～2回づつカキ生殖巣の発達状況と海況とを調査した（図1）。

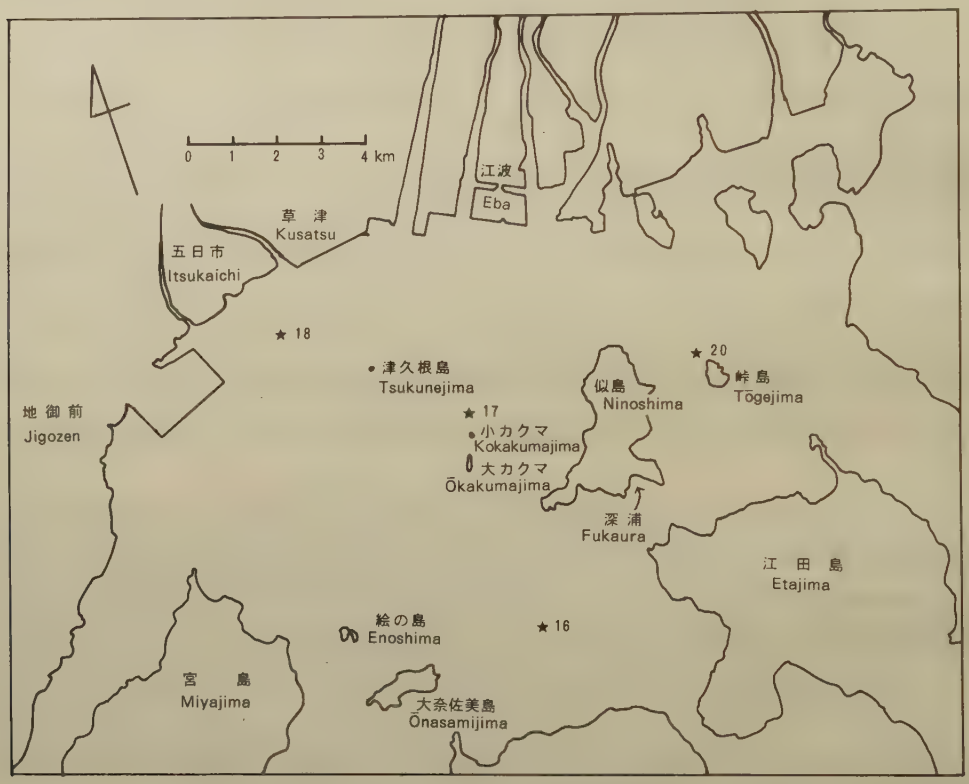


図1. 調査点及び北部広島湾の浅海定線調査点

Fig. 1. Chart of the northern Hiroshima Bay, showing the locations of sampling stations.

カキ垂下連の長さは約9mで，これに約40枚の付着器が通されている。この垂下連は4mの吊り手の下に深吊りされている。カキの性成熟度を調査するために，このカキ垂下連1本を取り上げるのは容易でない。そこで，5月24日にカキ船で15本の連を引き上げ，連の上，中，下層にある付着器5枚をそれぞれ取りはずし，別に吊り手をつけカキが垂下されていた元の位置に垂下して試験連とした。すなわち，上層（水深5～6m），中層（水深8～9m），下層（水深11～12m）の3層に，それぞれ5枚の付着器を通した試験連を15本づつ作成して垂下した。

調査日毎に，各層から試験連を1本づつ取り上げて水産試験場に持ち帰った。連毎に付着器3枚に付着しているカキを取りはずし，大きさが片寄らないように約20個のカキを抽出した。これ

らのカキをむき身して，生殖巣の成熟状況を肉眼的に観察するとともに，カキの生殖巣を少しメスで切り，卵や精子が流れ出てくるかどうかを観察した。更にこのうち10個体については，生殖巣のほぼ中央部から厚さ約5㎜の横断片を切りとり，10%ホルマリンで固定した。これを常法によりパラフィン包埋し，ヘマトキシリン－エオシン染色を行った。染色した切片を実体顕微鏡下で写真にとり，キャビネ版の印画紙に焼付けた。この写真について，デジタイザー（YHP社製）上で外套膜と鰓を除く全横断面積と生殖巣面積とを求め，全横断面積に占める生殖巣の面積比（以下生殖巣比と言う）を求めた。

7月22，23日の両日に，筏の垂下連約600本を半分づつ，4mの吊り手を取り去って，連を上に引き上げた。7月23日には試験連も引き上げ，その前後の生殖巣の状態を調べた。カキ連引き上げ後の生殖巣の変化を調査する目的で，10月まで調査を続けた。ただし，このカキ筏は，9月26日深浦から広島市江波地先の養殖漁場へ移された。

また，各連の付着器3枚に付着しているカキを取り外した際に，生きているカキと，へい死したカキとの個体数を調べ，これからへい死率を出した。

海況調査の測定項目は水温，塩分，溶存酸素量で，水温と溶存酸素量はYSI－57型溶存酸素計で，塩分はYSI－33型S－C－Tメーターで測定した。なお，潮流，水温，塩分の変化を測定する目的で，鶴見精機製自記流向流速計MTCM－4A型を，カキ垂下連の中層部に垂下した。すなわち，7月23日11時までは水深8.5m，それ以後は水深4.5mに垂下し，10分間隔で記録した。

結　　果

海況　広島市似島町深浦地先の7月から10月までの水温，塩分，溶存酸素量を表1～3に示す。ただし，9月26日に筏を深浦地先から広島市江波町地先へ移動させたので，表中の10月の値は江波地先の値である。

水温は，1mと5m層では8月下旬，10mと15m層では9月上旬に最も高くなった。最高水温

表1.　各水深の水温変化（℃）

Table 1. Change in sea water temperature (℃)

月　日	date	水深（m） depth (m) 1	5	10	15
6月4日	June 4	—	17.2	16.3	—
7月8日	July 8	22.5	20.9	19.7	19.5
7月23日	July 23	22.7	21.0	20.7	20.7
8月9日	Aug. 9	24.2	21.9	21.2	21.0
8月24日	Aug. 24	25.2	23.7	22.5	22.1
9月9日	Sep. 9	23.6	23.2	23.0	23.0
10月12日	Oct. 12	22.6	22.2	22.1	22.3

表 2. 各水深の水温変化（℃）

Table 2. Change in sea water salinity (‰)

月 日	date		水深（m） 1	5	depth（m） 10	15
6月4日	June	4	—	31.4	32.0	—
7月8日	July	8	31.0	32.1	31.9	32.4
8月9日	Aug.	9	25.8	28.9	29.8	29.9
8月24日	Aug.	24	28.8	29.9	30.0	30.5
9月9日	Sep.	9	28.3	29.2	29.2	29.2
10月12日	Oct.	12	27.6	28.1	28.2	28.7

表 3. 各水深の溶存酸素量変化（ppm）

Table 3. Change in sea water oxygen concentration (ppm)

月 日	date		水深（m） 1	5	depth（m） 10	15
6月4日	June	4	—	8.2	6.8	—
7月8日	July	8	8.3	7.3	6.1	5.7
8月9日	Aug.	9	6.2	4.7	3.8	3.8
8月24日	Aug.	24	7.1	4.6	4.2	3.8
9月9日	Sep.	9	6.1	5.2	5.2	5.0
10月12日	Oct.	12	11.2	8.0	6.6	4.4

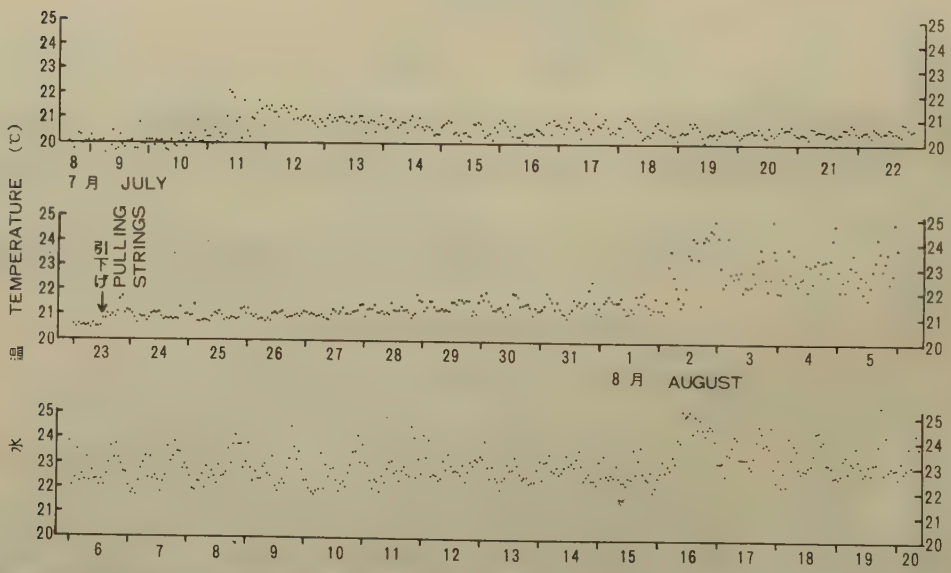


図 2. 7月8日から8月20日までの1時間毎の水温変化。自記流速計により，7月23日までは水深8.5 m，それ以後は水深4.5 mの水温を測定した。

Fig. 1. Change in hourly sea water temperatura from July 8 to August 20. Sea water temperature was measured by magnetic taperecording current meter at 8.5m depth until July 23 and at 4.5m depth after July 23.

は，1m層では25℃以上となり，5m層で約24℃，10～15m層では約23℃となった。

水温の変化をより詳しく見るために，自記流向流速計の水温データから1時間毎の値をプロットしたのが図2である。8.5m層の水温は7月9～10日は20±0.5℃であるが，11日は22℃以上にもなり，急激に水温が上昇した。その後徐々に水温は低下してゆき，カキ連を引き上げた7月23日には約20.5℃にまでなり，1日の水温変化も1℃以内となった。23日に8.5m層から4.5m層に引き上げ，この時水温は約0.5℃上昇して約21℃になった。4.5m層水温はその後28日までは約21℃，29日から8月1日までは21～22℃の範囲内で変動しているが，8月2日に再び水温は急上昇して24～25℃となった。その後8月15日までは22～24℃の範囲内にあり，時々24℃以上の水温がみられたが，8月16日に水温の急激な上昇がみられ，25℃以上となった。その後，22.5～24.5℃の間で変化している。このように，水温が急激に上昇することが時々みられ，1日の水温上昇幅も1℃以内の時から2℃以上になる時もみられた。また，7月15日から22日までと，7月28日から8月1日までには，1日に2回の周期的な水温変化が特に明瞭であった。

1m層と10m層との水温差を表1からみると，7～8月は2.0～3.0℃であり，9月上旬になると0.6℃にまで小さくなり，水温躍層がくずれた。

塩分変化についてみると，最低値は8月上旬の1m層で25.8‰であり，一般的には28～31‰の範囲にあり，変化は小さかった。溶存酸素量は，15m層で8月上・中旬に3.8㎖の最低値となっており，カキの成育に障害を与えるような低酸素状態はみられなかった。

カキの成育とへい死　生殖巣の調査用カキとは別に，大きさが片寄らないように中層から25個体のカキを抽出し，その平均全重量，殻重量及び生肉重量の変化を図3に示した。7～8月は産卵期であり，生肉重量はほとんど増加せず，殻重量も8月には増加していない。9月になると，いずれも急激に増加している。上層のカキも，中層カキとよく似た成長を示しているが，下層カキの10月の各重量は，8～9月の重量とほぼ同じで，上・中層のような重量の増加はみられなかった。

へい死についてみると，8月9日には1～4％と極めて低率であった。8月下旬になると，へい死が目立つようになったが，それでも10月上旬のへい死率は，上・中層でも約15％であり，広島湾としては平年並みのへい死率であった（図4）。

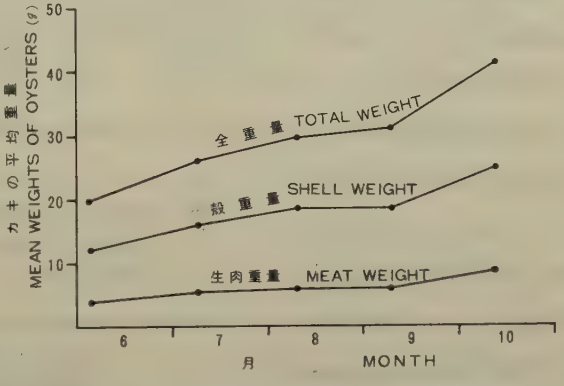


図3. 中層カキの全重量，殻重量および生肉重量の変化

Fig. 3. Seasonal changes in mean total, shell and meat weight of the middle layer's oysters.

生殖巣の変化　生殖巣に少しメスを入れ，切口から卵や精子が流出してくるものを，十分に生殖巣が成熟した個体であるとした。生殖巣が十分に成熟

した個体の割合は，各層とも６月は30～40％であった（図５）。７月に入ると60％以上になり，急速に成熟してくるのがわかる。７月23日のカキ連の引き上げによって放卵放精が行われ，成熟したカキの割合は上・中層で０％，下層で20％となった。その後再び生殖巣の成熟した個体の割合は増加し，上・中層では９月上旬に60～80％に達するが，10月上旬には上層０％，中層30％と急激に低くなる。下層のカキは，８月中・下旬に20～25％になるが，９月以後10％以下と低く，上・中層のカキに比べて，９月の生殖巣の成熟した個体の割合が特に低くなっている。

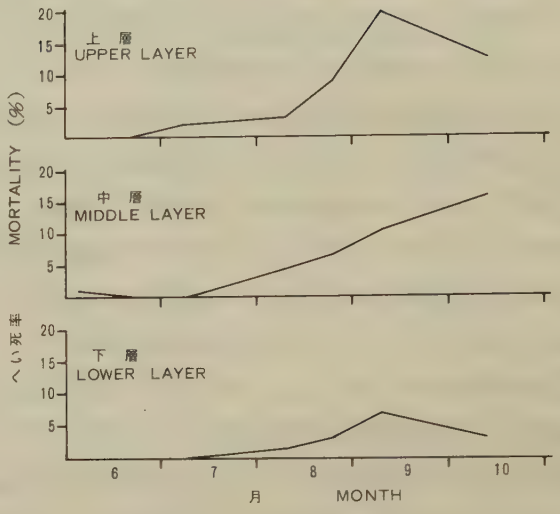


図４. へい死率の変化

Fig. 4. Seasonal changes in oyster mortality.

生殖巣比は，各層とも７月上旬は，60～70％を占めている（図６）。カキ試験連の引上げ（７月23日）直前の調査では，７月上旬の生殖巣比に対して，各層とも生殖巣比は少し低下した。これが放卵放精後には，上層で24％へ，中層で45％へそして下層で50％へと低下した。その後生殖巣比は再び増加し，８月下旬には各層とも60～70％の最高値となった。それから急速に生殖巣比は低下した。

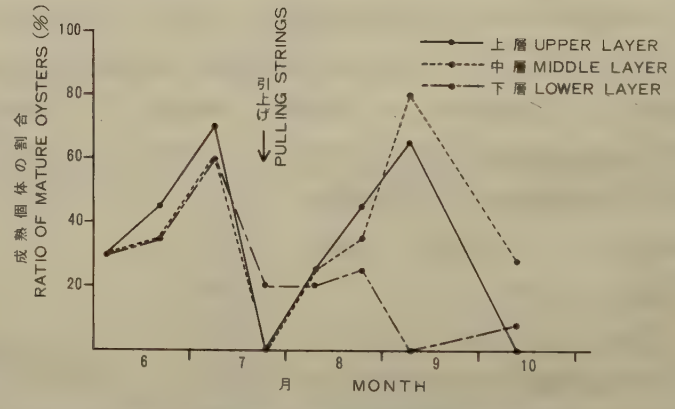


図５. 成熟している個体の割合の変化。生殖巣表面をナイフで切り，その内容物が自然に流出してくるものを成熟個体とした。

Fig. 5. Seasonal changes in percentage of mature oysters. Gonad's surface was cut by knife to examine gonadal maturity. The oyster of which genital product run naturally from the wound was regarded as mature.

生殖巣の顕微鏡観察によると，６～７月の生殖巣は各層とも卵又は精子で充満している（図版Ⅰ，ＡとＢ）。産卵誘発後数時間の生殖巣は，かなり退縮している（図版Ⅰ，ＣとＤ）。また，

各層ともその後再び生殖巣は卵又精子で充満したが，9月上旬になると再び生殖巣の退縮がはじまった。産卵誘発直後特に注目されたのは，染色性が極めて悪くなったことと，消化盲のう細管の内腔が大きく拡大し，円形となっているものが多数見られることである。このように拡大した内腔は，8月のカキではほとんど見られなかったが，9月には再び比較的多数見られ，10月もそれより少ないが多く見られた。

カキ連引上げと産卵誘発　1982年の広島地方の気象・海況は，6月から7月にかけての降雨量が極めて少なかったが，7月中旬に大量の降雨があり，平年より12日遅れて7月30日に梅雨明けした。気温も7月には平年より約2℃も低かった[13]。また，水温は6～7月にかけて上昇したが，7月に1，5m層で上昇が停滞していた。

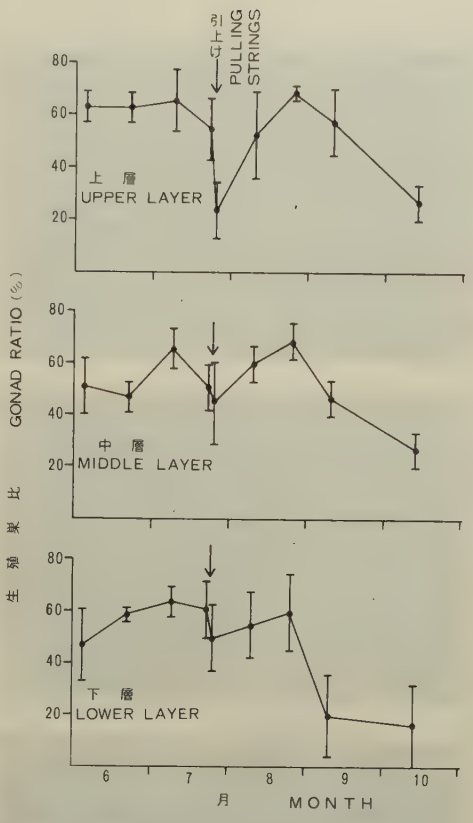
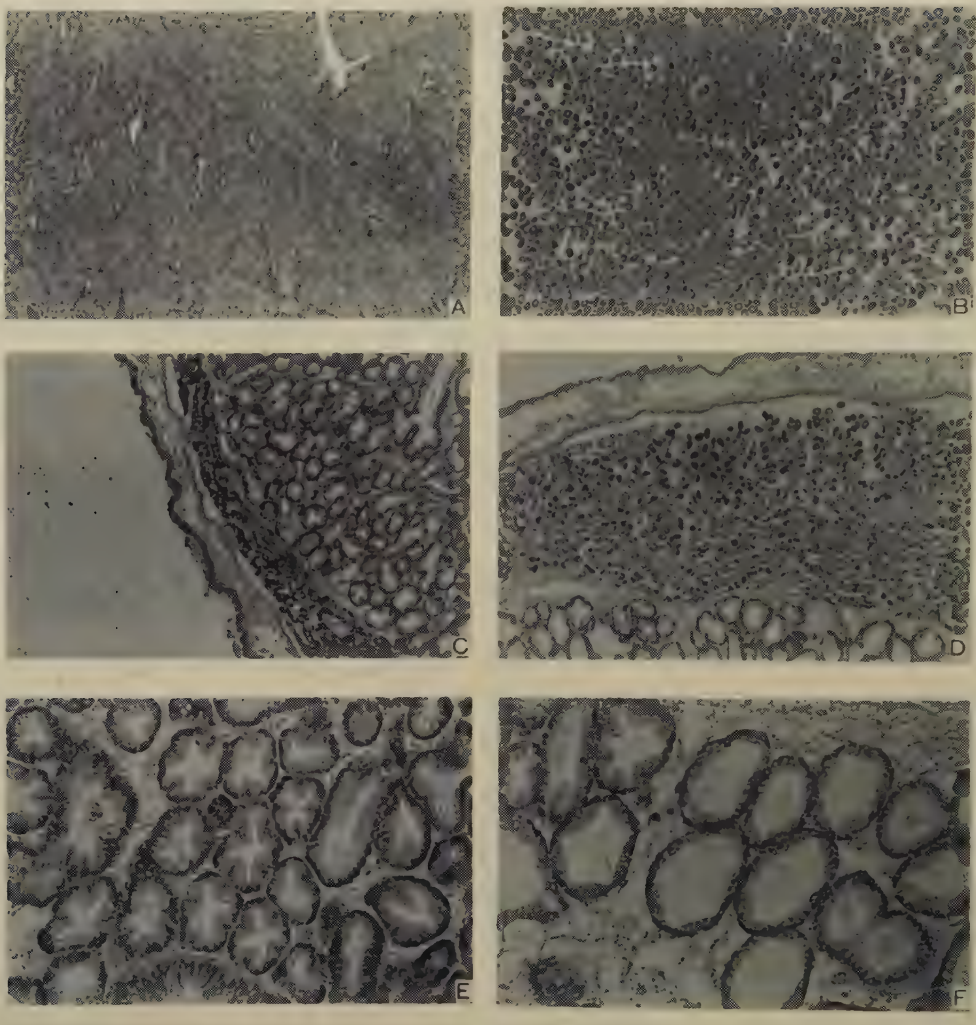


図6.　生殖比の変化。垂線は95%区間を示す。

Fig. 6.　Seasonal changes in ratio of gonad to total area of cross section. Vertical lines represent 95% confidence intervals.

生殖巣表面をナイフで切ると，卵や精子が流れ出てくる，いわゆる十分に生殖巣が成熟した個体の出現割合をみると，6月上旬には各層とも3割であり，7月上旬には6～7割に達した。そこで，梅雨が明けて表層の水温が上昇するのを待って深吊りカキ連を引き上げて，産卵誘発させる計画であった。しかし，梅雨明けが平年より12日遅れたため，梅雨明けを待たず7月22・23日の両日，筏に垂下されていた約600本のカキ連を半分づつ引き上げた。試験用カキ連は23日に引き上げて調査した。

7月23日は曇天で，1m層と5m層との水温差も僅かに1.7℃しかなく，大量産卵を誘発できるかどうか危ぶまれた。しかし，カキ連の引き上げ後約1時間30分で海面が白濁し，大量に産卵しているのが観察された。海面の白濁は約30分で終った。更に約1時間後，カキ連の各層のカキを取り上げて軟体部を肉眼観察したところ，上層では観察した9個体全てが，中層では11個体中6個体が放卵放精して，生殖巣が明らかに薄くなっていた。下層カキでは，観察した10個体中肉眼的に産卵していると思われる個体はなかった。



図版 I の説明

A. 産卵誘発前の精巣。× 30.
B. 産卵誘発前の卵巣。× 30.
C. 産卵誘発後数時間の精巣。× 30.
D. 産卵誘発後数時間の卵巣。× 30.
E. 産卵誘発前の消化盲のう細管。× 95.
F. 産卵誘発後数時間の消化盲のう細管。× 95.

Explanations of Plate I

A. Testis before the artificial spawning. × 30.
B. Ovary before the artificial spawning. × 30.
C. Testis after a few hours from the artificial spawning. × 30.
D. Ovary after a few hours from the artificial spawning. × 30.
E. Digestive tubules before the artificial spawning. × 95.
F. Digestive tubules after a few hours from the artificial spawning. × 95.

考　　察

カキの採苗時期が遅れ，また付着器1枚当たりのカキ付着数が減少するというカキ採苗の不安定化には，幾つかの要因が考えられる[1)]。ムラサキイガイ，フジツボなどの付着生物の付着を防除するため，カキ連は春～夏の期間は，深吊り垂下されている。一方，広島市及び佐伯郡沿岸部では，夏期底層の溶存酸素量が著しく低下し，垂下連の下層のカキはこの低酸素層に入ることになり，この海域でのカキの越夏は困難となった。こうして，江波，草津，五日市，地御前地先のカキ筏は，夏期島部周辺の沖合養殖漁場に移されてきた[1)]。特に1975年9月には，この沿岸部

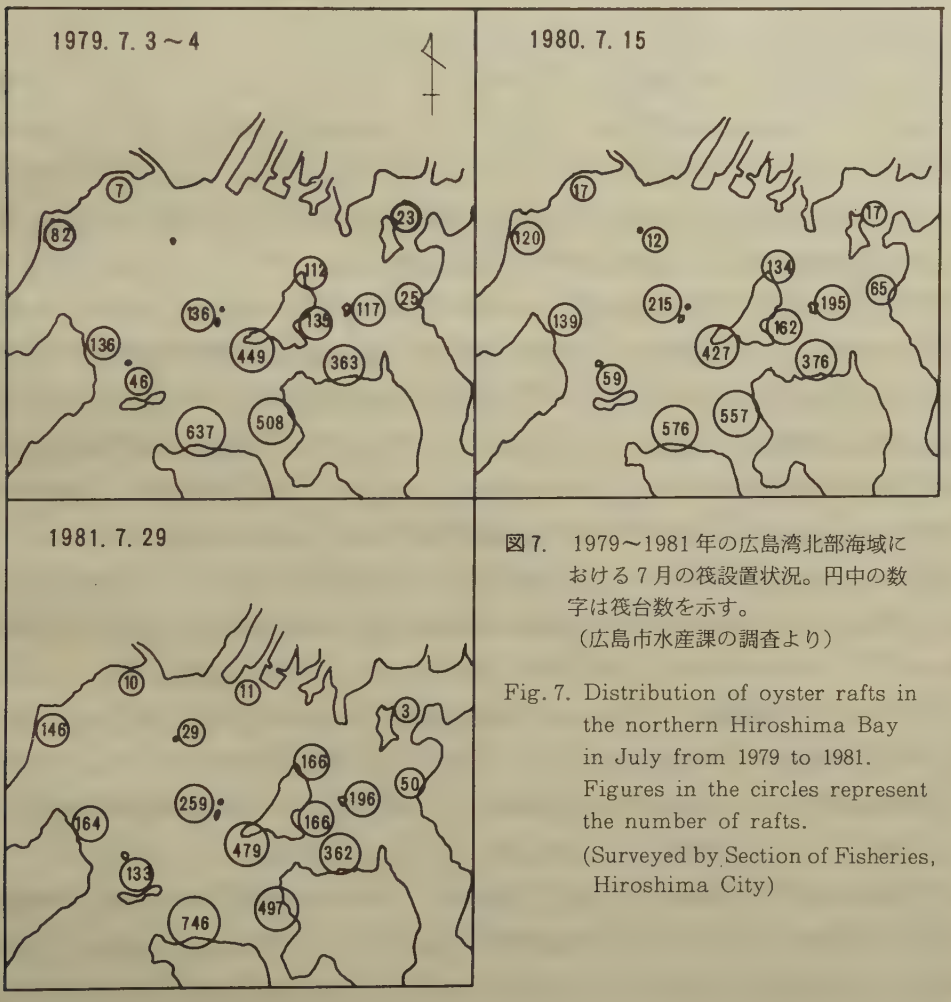


図7.　1979～1981年の広島湾北部海域における7月の筏設置状況。円中の数字は筏台数を示す。
（広島市水産課の調査より）

Fig. 7. Distribution of oyster rafts in the northern Hiroshima Bay in July from 1979 to 1981. Figures in the circles represent the number of rafts.
(Surveyed by Section of Fisheries, Hiroshima City)

海域の溶存酸素量が著しく低下し，5 m層で3cc/ℓ，10 m層では1cc/ℓ以下の所が多く，底層では1 cc/ℓ以下になった。 このため，僅かに残っていたカキ筏も，沖合養殖漁場へと避難した。その後，この海域では，夏期にはカキ筏が皆無という状態が続いた[13]。広島市水産課の調査による広島湾北部海域の夏期のカキ筏設置状況は，図7に示したとおりである。1975年のような著しい低酸素化が起らなくなったこと，及び1980年は冷夏であったことから，1979年から1981年にかけて，広島湾北部では筏台数は増加する傾向にあるものの，この海域特にその北西部海域では，夏期産卵用親ガキの絶対数は依然として少ない。更に親ガキは産卵しにくい低水温層に深吊り垂下されていることが，産卵量の減少及び産卵時期の遅れの原因と考えられる。

このような状況下で早期安定採苗のためには，一定数の産卵用親ガキをこの海域に確保し，一斉に産卵誘発を行わせて幼生数をふやすことが必要と考えられる。

カキの産卵誘発には，昇温刺激法が一般的に用いられている[11]。また，カキ幼生の人工飼育の際の採卵にも，昇温刺激法が用いられている[12]。また，養殖漁場でも深吊りカキ連を水深の深い低水温層から水深の浅い高水温層へ引き上げると，産卵が起ることを，これまでにも経験してきた。そこで，生殖巣の成熟した深吊りカキ連を上層の高水温層へ引き上げるのが，筏に垂下されているカキの産卵誘発法として最も実用的であろうと考えた。

7月22・23日の両日，深吊りカキ連を4 m引き上げた。7月23日の観察によると，カキ連引き上げ後1時間30分で，大量産卵により海面が白濁した。引き上げから数時間後には，垂下連の上層カキでは全部，中層カキでは半数のカキで，産卵により生殖巣が明らかに薄くなっていた。また，この時の生殖巣比も，7月上旬には各層とも60～70%であったものが，上層で24%，中層で45%，下層で50%へと低下した。これらのことから，深吊りカキ連の引き上げは，生殖巣が十分に成熟している場合には，極めて効果的な産卵誘発法であることが明らかとなった。

1982年6～9月の気温は，平年より低目で特に7月は約2℃も低かった。梅雨明けは7月30日で，平年より12日も遅かった[13]。これらの影響を受けて，夏期の表面水温は，平年より約1℃低かった[14]。7月23日は曇天で，表面水温は上昇せず，上・下層の水温差は小さく，カキ連を引き上げても十分な昇温刺激となり得るかどうかが心配された。カキ連の引き上げで上層カキ（5.5 m→1.5 m）は約1.5℃，中層カキ（8.5 m→4.5 m）は0.5℃，下層カキ（11.5 m→7.5 m）は0.2℃の昇温を受けた。このような僅かな昇温でも，既述のように大量産卵が誘発された。

過去10年間（1972～1981年）の広島湾北部（St. 16～20，19を除く，図1）における0～5 mと5～10 mにおける水温差をみてみる[14]（表4）。 7～8月の0～5 mの水温差の95%区間は1.0～4.7℃の間にあり，5～10 mの水温差の95%区間は0.5～3.0℃の間にあった。これらの水温差は，今回実験した上層カキ，中・下層カキが受けた昇温と同じか，もしくはそれより大きい。従って，広島湾北部でカキ連引き上げによる産卵誘発を行えば，今回得られた産卵誘発効果と同じか，もしくはそれより大きな効果が期待できる。

カキ連の引き上げ操作を行う際，カキが性的に十分成熟していることが条件である。平均生殖巣比は，7月8日には各層とも64～66%の間にあり，あまり差はない。生殖巣比の最大は，広島

表4. 1972～1981年の広島湾北部海域における0－5m間と5－10m間の水温差。表中のSt.は図1参照。（広島県水産試験場：浅海定線調査資料より作成）

Table. 4. Sea water temperature differences between 0 and 5 m depth, and between 5 and 10 m depth in the northern Hiroshima Bay during 1972 to 1981.

St.	7月 July				8月 August			
	0 — 5 m		5 — 10 m		0 — 5 m		5 — 10 m	
	平均 mean	95%信頼区間 95% confidence interval	平均 mean	95%信頼区間 95% confidence interval	平均 mean	95%信頼区間 95% confidence interval	平均 mean	95%信頼区間 95% confidence interval
16	2.38	1.16－3.60	1.24	0.76－1.72	1.92	1.02－2.82	1.10	0.55－1.65
17	3.48	2.25－4.71	1.32	0.48－2.16	2.33	1.52－3.14	1.84	1.27－2.41
18	3.11	2.22－4.00	1.30	0.73－1.87	2.12	1.37－2.87	2.30	1.65－2.95
20	3.20	2.22－4.18	1.93	1.10－2.76	2.41	1.47－3.35	2.16	1.31－3.01

湾[15,16]および松島湾[17]のカキで約70%に達することが報告されている。7月23日のカキ連引き上げ直前の生殖巣比は，7月8日のそれより低下しているが，これは7月11日の水温の急上昇（図2）及び前日の7月22日の半数の垂下連の引き上げにより産卵が一部誘発された結果と考えられる。また，産卵誘発後生殖巣比は再び急速に増大し，特に上・中層カキでは，8月下旬に70%近くに達している。一方，生殖巣表面をナイフで傷つけたとき，卵や精子の流れ出てくる，いわゆる生殖巣が十分に成熟した個体の割合は，6月30～40%，7月60～70%であり，生殖巣比の値に比べて特に6月の値が低い。このことは，生殖巣が発達して卵や精子で満たされる時期からこれらが成熟して容易に産卵刺激に反応するまでに時間がかかることを示すものと考えられる。従って，生殖巣が十分に成熟した個体の割合の方が，生殖巣比よりもカキの性的熟度をより適確に表わしているものと考えられる。今回の結果から，生殖巣が十分に成熟した個体の割合が，60%以上に達すれば，産卵誘発には十分であると考えられる。

なお，カキ連引き上げによる産卵後，再び生殖巣は発達するが，上・中層のカキに比べて，下層のカキでは，9月に生殖巣比の値が著しく低い。このことは，10月のカキの身入り状況や，生殖巣の残存状況に影響し，カキの早期出荷に大きく関係するので，別に詳しく調査する必要があろう。

水温上昇によりカキの産卵が誘発されることは，既に報告されている[2,3,11]。水温上昇だけで産卵誘発する場合，室内実験では4～5℃以上の水温上昇でないと有効でないことが多く，それでも産卵誘発されない個体が多い。アメリカガキでは，雄ガキで約50%，雌ガキで約30%が誘発され，雄ガキの方が誘発されやすい[3]。水温上昇によって産卵誘発されなかったカキでも，卵あるいは精子の添加により産卵誘発されるものが多く，しかもこの場合には，水温上昇幅は4～5℃以下でも産卵誘発される[2,18]。これらの実験結果からGaltsoff[3,11,21]は，水温上昇により一部の雄ガキが刺激されて放精し，この精子によって近くの雌ガキが放卵するようになる。これら

の精子や卵によって，他のカキが放卵・放精し，こうして大量産卵に導かれるのだろうと述べている。深吊りカキ連の引き上げによる産卵誘発の場合も，Galtsoff が述べたのと同じ過程を経て大量産卵になったと考えられる。

精子や卵による産卵誘発は，海水中の精子或は卵の密度が，ある値以上でないと効果がないことが報告されている[2,3]。深吊りカキ連引き上げにより，放出された精子や卵は海水中で稀釈されるが，その密度があまり低くならないうちに近くのカキに達して産卵誘発するように，できるだけ垂下連の間隔を狭くするのがよい。また，垂下連の下層のカキの産卵率が低いので，垂下連の長さを半分として，筏当りの垂下連数を2倍にすると，ほとんどのカキの産卵誘発が可能となり，また垂下連相互の間隔も狭くなり，産卵誘発の効果を更に高めることができるであろう。

広島湾北部海域でカキ採苗を行うために必要なカキ幼生数から逆算して，産卵用親ガキとして確保しなければならない筏台数の試算が行われている[1]。これによると，13台の筏（1筏600本の垂下連，垂下連1本に付着器40枚，付着器1枚に15個のカキ付着）が必要とされている。この台数は，カキ幼生が広島湾北部海域から流失しないことを前提にしており，実際にはこれより多くの筏が必要と考えられるが，比較的少ない台数で早期安定採苗が行えると考えられる。

カキ垂下連を引き上げて産卵を行わせた場合，へい死率が高くなる恐れがある。イキスカキは10～12月の価格の高い時期に出荷することを目的としており，それだけにへい死率が高くなるとカキ経営上の打撃も無視できないものがある。今回の試験では，へい死率の高かった上層カキでも20%以下と低かった。広島湾では1979年にかなりのカキへい死がみられ，1980・1981年の両年にはへい死は減少傾向がみられた[19]。この時の似島でのイキスカキのへい死率を上，中，下層の順にみると，1980年には30%，22%，24%で，1981年には20%，11%，10%であった。これらの値と比べても，今回のへい死率は，同じか或は低い位いであり，カキ連の引き上げによる産卵誘発によって，へい死率は高くなっていないようである。また，半抑制カキの垂下連を移動させた試験をみると[20]，上層（4m）に置いたままのカキではへい死率が高く，下層（8m）に置いたままのカキではへい死率が低かった。このカキの一部を7月に下層から上層に引き上げた時のへい死率は，下層に置いたままのものと変わらず低かった。カキを上層へ引き上げたとき，恐らく産卵が行われたと考えられるが，今回の試験と同様に引き上げによって，へい死率が高くなっていないことを示すものと考えられる。

カキの組織学的検査で注目されたのは，産卵直後のカキは染色性が著しく低下していることと消化盲のう細管の内腔が著しく拡大して円形状となっていることである。以前に消化盲のうの色がうすいことと，カキの衰弱・へい死との関係が報告されている[21]。また，へい死カキでは消化盲のう細管の内腔が，円形になることも報告されている[22]。ところで，細管内腔の形は変化しやすいことが，摂餌等との関連で明らかにされている[23-25]。従って，産卵後の内腔の拡大も，こうした変化によるものと考えられる。なお，これらのカキには，へい死カキにみられた消化盲のう・卵巣の壊死や小円形細胞・大円形細胞の浸潤[22,26]は認められなかった。

要　　約

1. 筏に垂下されている深吊りカキを表層に引き上げる昇温刺激により，カキの大量産卵を誘発できるかどうかについて検討した。

2. 広島市似島町深浦で，筏から試験用カキ連を，上層（水深５～６ｍ），中層（同８～９ｍ），下層（同11～12ｍ）に垂下した。

3. 1982年６月から10月にかけて海況及び生殖巣の状況を調査した。

4. ７月22・23日に各層の試験用カキ連を４ｍ引き上げることにより，上層カキは約1.5℃，中層カキは約0.5℃，下層カキは約0.2℃の昇温を受けた。

5. 引き上げから約1.5時間後，海面が白濁し，カキの大量産卵を観察した。また，数時間後生殖巣を肉眼観察したところ，上層では全個体，中層では半数強が産卵して生殖巣の厚みが明らかに薄くなっていた。この時の軟体部の横断面に占める生殖巣の面積比の平均値は，７月上旬に各層とも65％前後であったものが，上層で24％，中層で45％，下層で50％となり，カキ連の引き上げは産卵誘発法として極めて効果的であった。

6. 上・中層カキの生殖巣は，産卵誘発後再び成熟し，８月下旬に生殖巣比はピークに達し，９月以後急速に低下した。

7. カキのへい死は，８月上旬までほとんどなかった。それ以後，へい死し始めたものの，10月中旬のへい死率は例年なみの低い値であった。

8. 広島湾北部海域での過去10年間の夏期の０～５ｍ層の水温差は，約１～５℃あるので，深吊りカキ連の引き上げをおこなった場合，今回と同様に効果的に産卵を誘発できると考えられる。

本試験は広島市草津カキ組合青年部の協力のもとにおこなわれた。また，カキ組織への小円形細胞・大円形細胞の浸潤の有無の判定は，国立岩国病院研究検査科長　荒木文雄博士にお願いした。ここに感謝の意を表します。

文　　献

1）広島水産研究会：広島市の水産振興に関する調査分析報告書，147—179, 1978.

2）GALTSOFF, P. S.：Physiology of reproduction of *Ostrea virginica*. Ⅱ. Stimulation of spawning in the femal oyster. Biol. Bull., 75, 286—307, 1938.

3）GALTSOFF, P. S.：Physiology of reproduction of *Ostrea virginica*. Ⅲ. Stimulation of spawning in the male oyster. Biol. Bull., 78, 117—135, 1940.

4）木下虎一郎・渋谷三五郎・清水二郎：ホタテガヒ *Pecten (Patinopecten) yessoensis* JAY の産卵誘発に関する試験（予報），日水誌., 11, 168—170, 1943.

5）岩田清二：ムラサキイガイの放卵放精．第２報　電気刺激による放出誘発．日水誌., 15, 443—446, 1949.

6）岩田清二：ムラサキイガイの放卵放精.第４報　塩化カリ注射による放出．日水誌., 16, 393—394, 1951.

7）相良順一郎：NH_4OHによる二枚貝の産卵誘発．日水誌., 23, 505－510, 1958.

8）浮　永久・菊地省吾：紫外線照射海水のホタテガイ *Patinopecten yessoensis*（JAY）に対する産卵誘発効果．東北水研報., 34, 87－92, 1974.

9）MATSUTANI, T. and NOMURA, T.：Induction of spawning by serotonin in the scallop, *Patinopecten yessoensis* (JAY). Marine Biology Letters, 3, 353—358, 1982.

10）広島水産研究会：広島市臨海部埋立計画に伴う海域環境，水産資源及び漁業の実態調査報告書. 84—90, 1982.

11）GALTSOFF, P.S.：Spawning reaction of three species of oysters. J. Wash. Acad. Sci., 22, 65—69, 1932.

12）LOOSANOFF, V. L.：New advances in the study of bivalve larvae. Amer. Scient., 42, 607－624, 1954.

13）広島地方気象台：広島県気象年報（昭和57年）.

14）広島県水産試験場：漁況海況予報浅海定線調査．広水試事業報告（昭和47～57年度）.

15）小笠原義光・小林歌男・岡本　亮・古川　厚・久岡　実・野上和彦：カキ養殖における抑制種苗の使用とその生産的意義．内海区水研報., 19, 1－153, 1962.

16）馬久地隆幸：広島湾の養殖マガキの産卵による軟体部の形態変化について．広水試研報., 13, 1－5, 1983.

17）森　勝義・玉手英夫・今井丈夫・市川　収：松島湾におけるカキの大量斃死に関する研究 V．性成熟及び産卵に伴うカキの脂質及び糖代謝の変化．東北水研報., 25, 65－88, 1965.

18）GALTSOFF, P.S.：The role of chemical stimulation in the spawning reactions of *Ostrea virginica* and *Ostrea gigas*. Proc. Nat. Acad. Sci., 16, 555—559, 1930.

19）赤繁　悟・楠木　豊・橋本俊将：1979～1981年の広島県下のカキへい死．広水試研報., 13, 35—51, 1983.

20）広島県水産試験場：カキへい死対策試験 －移殖操作とへい死率の比較，およびこれと病理組織像との対比．広島水試報., 24, 29—46, 1964.

21）広島県水産試験場：牡蛎斃死時期に於ける消化盲嚢の色彩に就て．水試だより, 10, 100－104, 1950.

22）広島県水産試験場：広島湾に於ける牡蛎の炎衝性病変について．水試だより, 26, 2－6, 1952.

23）MORTON, B.：The diurnal rhythm and tidal rhythm of feeding and digestion in *Ostrea edulis*. Biol. J. Linn. Soc., 3, 329－342, 1971.

24）LANGTON, R. W.：Synchrony in the digestive diverticula of *Mytilus edulis* L. J. mar. biol. Ass. U. K., 55, 221—229, 1975.

25）WILSON, J. H. and La TOUCHE, R. W.：Intracellular digestion in two sublittoral populations of *Ostrea edulis* (Lamellibranchia). Marine Biology, 47, 71—77, 1978.

26）藤田　正・松原孝之・広川泰子・荒木文雄：広島湾産マガキ（*Ostrea gigas*）に見られる炎症性病変の病理組織学的研究．日水誌., 19, 766—770, 1953.

広島県沿岸に出現する赤潮生物—II
ヤコウチュウ *Noctiluca scintillans* (MACARTNEY)

高山晴義

Red Tide Organisms Occurring in Coastal Waters
of Hiroshima Prefecture—II
Noctiluca Scintillans (MACARTNEY)

Haruyoshi TAKAYAMA

ヤコウチュウ（夜光虫 *Noctiluca sicntillans* (MACARTNEY)）は，広島県沿岸ではほぼ周年出現し，時に，ネットで採集したプランクトンの大半を占める[1]。文字どおり発光プランクトンとしてその名はよく知られている。大形の渦鞭毛虫（藻）で，細胞は薄い外皮 pericle で被われており，上面からみると円形に近い（直径150μm－2㎜）が，側面は上下にやや扁平なものが多い（Plate I. 1, 2, 4）。また，腹側には深い窪み（口溝 oral pouch）がある（Plate I. 1–2）。口溝には細胞口 cytostome が開口し，細胞口の下に1本の鞭毛 flagellum と，歯状突起 projecting teeth と呼ばれる構造がある（Plate I. 3）。ヤコウチュウの鞭毛は他の渦鞭毛藻の縦鞭毛にあたるとされている[2]。その長さは70μm またはそれ以上あり，他の生物のものと比較するとけっして短かくはないが，細胞が非常に大きいので運動器官としてはほとんど用をなさない。また，KOFOID[2]は，歯状突起を横鞭毛が変形した細胞器官であると述べているが，確証はない。口溝の下端に触手 tentacle があり（Plate I. 1, 3, 4），緩慢な反覆運動をしている。口溝の上方に桿状体 rod organ と呼ばれる溝構造がある（Plate I. 1, 2, 4）。細胞内には，細胞口が存在する部位に中央原形質 central plasm と呼ばれる原形質塊があり（Plate I. 4），その中に核がある。中央原形質から原形質糸が網状に放射するが，細胞内の大部分は液胞で満たされている。

ヤコウチュウは色素体を持っていないので，もっぱら従属栄養を営んでいる。体表から溶存有機物を吸収する能力を持っている可能性も否定できないが，主として細胞口から餌を摂取して栄養源としているものと思われる。天然海域においては，珪藻，鞭毛藻，小動物プランクトン等が主な餌となっているものと思われるが，当水試では *Heterosigma* や *Dunariella* などの鞭毛藻を餌料として培養を行っている[3]。ヤコウチュウにおける餌料摂取法についてはすでに報告した[4]が，大略つぎのとおりである。すなわち，触手がゆっくりとした運動を繰り返すうちに，その先端に餌を捕獲して細胞口に運ぶ。細胞口に入った餌は，原形質流動によって桿状体が存在する上方に引き入れられ，さらに後方に運ばれる。体内に摂取された餌は徐々に消化されるが，未消化物は細胞口から排出される。

ヤコウチュウは長い間，他の生物には餌料として無価値な生物であると考えられていたようであるが，最近では大型の桡脚類の餌として利用されていると考えられている[5]。著者は，ヤコウ

チュウの小さなパッチの下で，数尾のウミタナゴがさかんにこれをついばんでいるのを観察したことがある。当水試の筏の網生簀では，毎年初夏になるとマダイが産卵するが，この時，多数のウミタナゴが生簀のまわりに集ってきて，産み出された卵を捕食する。ヤコウチュウは，マダイの卵に大きさも形状も大変よく似ている。胃内容物を確認するなどの調査を行っていないので多少の疑問も残るが，ウミタナゴが，マダイ卵に形状が類似したヤコウチュウを捕食するとしても不思議なことではないように思われる。内海域においては，ヤコウチュウの出現量はけっして少なくない。その生態的役割について，もっと注目されるべきものと考える。

ヤコウチュウの原形質は淡い桃色を帯びており，本種による赤潮は桃色ないし橙赤色をしているので，他の赤潮と区別しやすい。また，海水より比重がやや低いので，多くの場合水表面付近に浮遊しており，潮目に沿って帯状の赤潮を形成することが多い。風で浜辺に吹き寄せられていることもしばしば観察される。広島県下では，ほとんど毎年，いずれかの海域でヤコウチュウ赤潮が発生しており，広島県水産課[6),7),8)]の1968年から1982年までの15年間の記録によると，本種赤潮の赤潮がなかったのは，1971年と1982年の2年だけである（図1）。季節としては7月～9月の夏季に発生することが多いが，3月～5月の春季にもしばしば赤潮を形成する。1977年には，県東部海域で10月下旬～11月上旬に発生した。

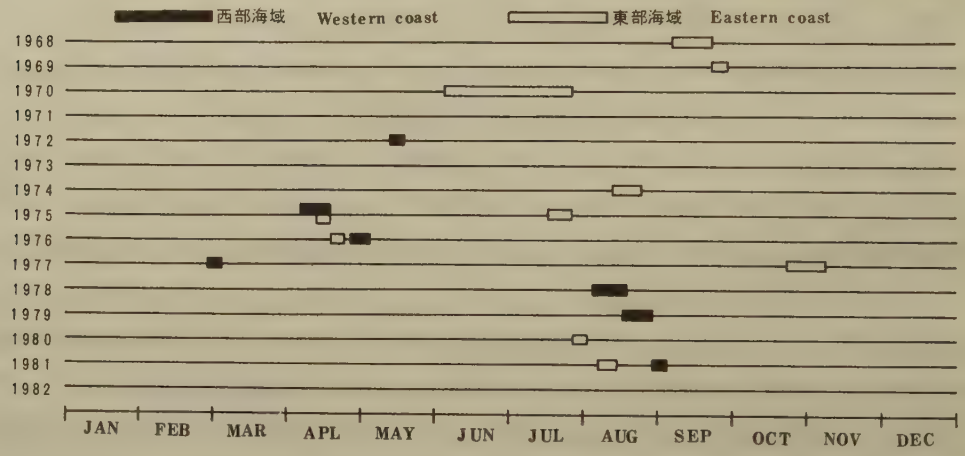


図1. 広島県下におけるヤコウチュウ赤潮の発生状況

Fig. 1. Occurrence of the red tide of *Noctiluca* in coastal waters of Hiroshima Prefecture.

1982年10月，香川県下でヤコウチュウ赤潮のためにマダイやハマチなどの養殖魚がへい死し約2,900万円の被害を蒙ったことが報告された[9)]。また，和歌山県下でもハマチが被害を受けたことが記録されており[10)]，ヤコウチュウ赤潮による漁業被害例は少なくない[11)]。岡市・西尾[12)]はヤコウチュウがマウスとメダカに対して致死作用を有し，その有毒成分はヤコウチュウ体内に含まれるアンモニアであると報告している。これまで県内では，ヤコウチュウ赤潮の漁業被害について必ずしも警戒されていなかったが，今後は *Gymnodinium* や *Chattonella* などとともに注

意する必要があろう。

通常，ヤコウチュウは2分裂によって増殖する（Plate I. 5）が，古くから遊走子を形成することが知られている（Plate I. 6）。遊走子の体長は15－25μm で1本の鞭毛を持っているが，触手，桿状体，歯状突起など，ヤコウチュウに特有な細胞器官は持っていない（Plate I. 7）。遊走子は，1細胞のヤコウチュウから数百個，時には千個以上も形成されるので，ヤコウチュウ赤潮は遊走子形成にもとづいて引き起こされるとする意見もある[14]。また GROSS[15] や ZINGMARK[16] は，遊走子は実は配偶子であり，やがておたがいに接合して接合子を形成すると述べているが，ヤコウチュウの生活史はまだ完全には解明されておらず，増殖機構についても不明な点が多い。

文　　献

1）平田貞郎：広島県沿岸海域におけるプランクトン優占種の季節的消長について．広島水試研報，11，113—121，1981.

2）KOFOID, C. A.：A new morphological interpretation of the structure of *Noctiluca*, and its bearing on the status of the Cystoflagellata（HAECKEL）. Univ. Calf. Publ. Zool., 19, 317—334, 1920.

3）高山晴義：ヤコウチュウ *Noctiluca scintillans*（MACARTNEY）の培養とその観察．日本プランクトン学会報，24(2)，159—162.

4）高山晴義：ヤコウチュウの研究—I．触手と桿状体の機能．藻類，31，44—50，1983.

5）関口秀夫：夜光虫の生態．海洋科学，9，52－55，1977.

6）広島県水産課：公害・赤潮等漁業被害発生状況（昭和40年度—昭和50年度）．1975, pp. 112.

7）広島県水産課：公害等による漁業被害発生状況赤潮の発生状況．1982, pp. 111.

8）広島県水産課：昭和57年広島県の赤潮．1983, pp. 22.

9）水産庁瀬戸内海漁業調整事務所：昭和57年瀬戸内海の赤潮．1983, pp. 78.

10）水産庁瀬戸内海漁業調整事務所：昭和51年瀬戸内海の赤潮．1977, pp. 19.

11）水産庁瀬戸内海漁業調整事務所：昭和54年瀬戸内海の赤潮．1980, pp. 58.

12）岡市友利・西尾幸郎：夜光虫（*Noctiluca miliaris*）の毒性について．日本プランクトン学会報，23(2)，25—30，1976.

13）ISHIKAWA, C.：Studies of reproductive elements II. *Noctiluca miliaris*, SUR.；its division and spore-formation. J. Coll. Sci. Imperial Univ., Japan, 6, 297－334, 1894.

14）安達六郎：環境生物について．I 赤潮．水産海洋研究会報，16，140－149，1970.

15）GROSS, F.：Zur Biologie und Entwicklungsgeshite von *Noctiluca miliaris*. Arch. Protestenk., 83, 178－197, 1934.

16）ZINGMARK, R. G.：Sexual reproduction in the dinoflagellate *Noctiluca miliaris* SURIRAY. J. Phycol. 122－126, 1970.

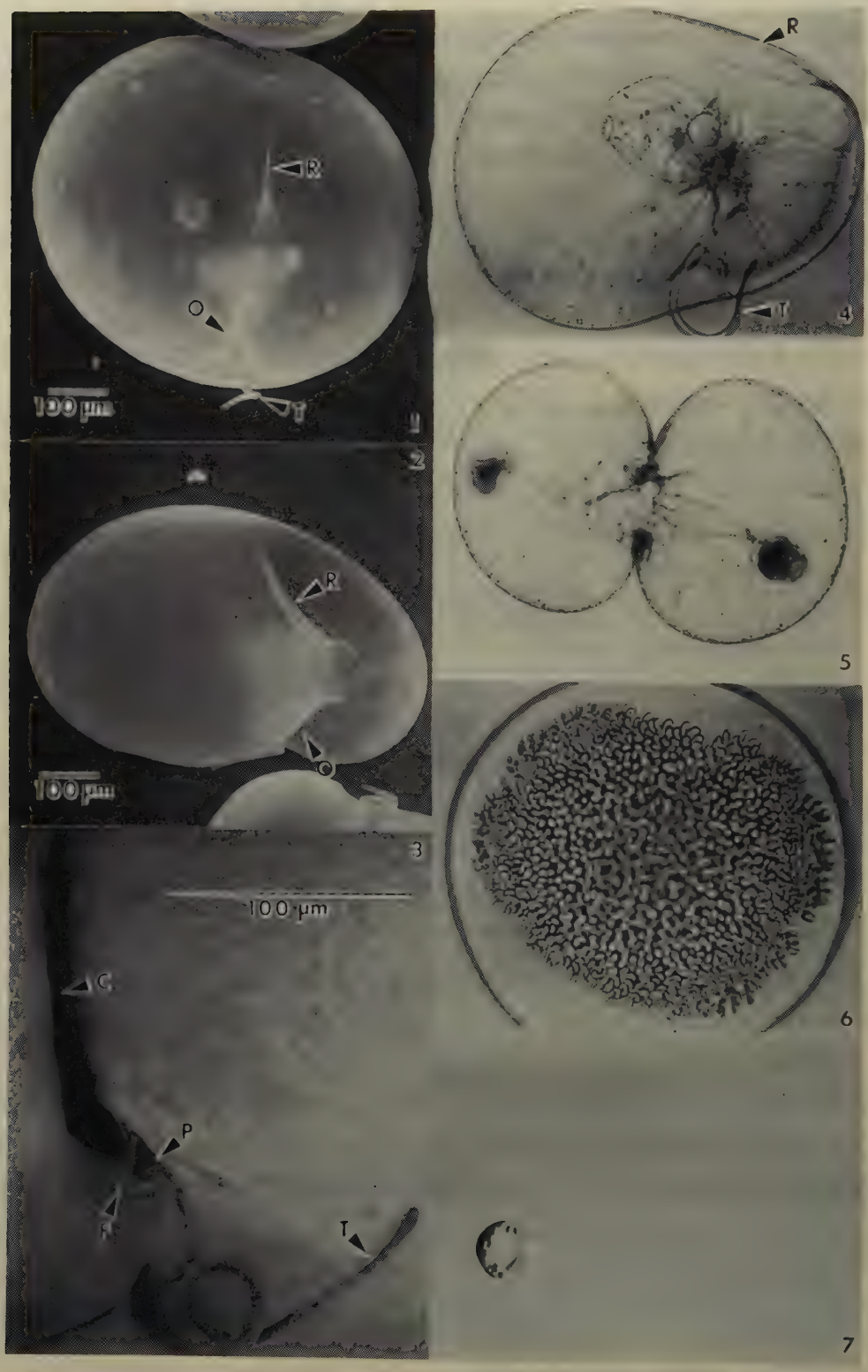

R
O
T
100 μm
1
2
R
C
100 μm
3
C
P
T
R
T
4
5
6
7

図 版 説 明 I

1～2.　ヤコウチュウの走査電子顕微鏡写真。

3.　口溝の走査電子顕微鏡写真。

4.　光学顕微鏡による右側面観。

5.　二分裂中の細胞。

6.　体表面に遊走子を形成したヤコウチュウ。

7.　ヤコウチュウの遊走子。

Explanation of Plate I

1. and 2.　Scanning electron micrographs *Noctiluca.*

3.　Scanning electron micrograph of the oral pouch.

4.　Right side view of *N*octiluca by light microscopy.

5.　Binary fission of *Noctiluca.*

6.　Swarmer formation of *Noctiluca.*

7.　Swarmer of *Noctiluca.*

C：細胞口 cytostome,　F：鞭毛 flagellum,　O：口溝 oral pouch,

P：歯状突起 projecting teeth,　R：桿状体 rod organ,　T：触手 tentacle.

広島湾の赤潮予察システムについて

大内　晟

Forecast System of Red Tide in the Hiroshima Bay

Akira ŌUCHI

広島湾での赤潮研究は，1969年８月に *Chattonella* 赤潮による大きな漁業被害を蒙ったことを契機として開始された。当初，当場の赤潮研究の主体は赤潮の発生・分布調査と栄養塩を含む環境調査とであり，赤潮の発生と環境との関連についても考察されてきた。その後，水産庁の赤潮予察調査事業が1976年から開始されるに及んで，赤潮の発生を予知するということが重要な研究テーマの一つとして取り上げられるようになった。

これまでに赤潮予察が試みられている海域は，播磨灘と鹿児島湾との *Chattonella* 赤潮，広島湾の *Gymnodinium* '65年型種についてである。ここでは，1976年から実施している「赤潮予察調査事業」の環境調査データを使用し，広島湾奥部における赤潮発生の予察を赤潮図，重回帰分析法，判別分析法，フーリエ解析により行っているので，その概略について報告する。

資　　料

赤潮調査は1976年から1983年にかけて図１に示した広島湾奥部の６～９調査点で，毎年５月から９月にかけて実施した。ここで得られた測定値のうち解析に使用したのは，表層水の水温（WT），塩分（SAL），溶存態リン（TDP＝DIP＋DOP），溶存態無機窒素（DIN＝アンモニア態窒素＋亜硝酸態窒素＋硝酸態窒素），溶存態有機窒素（DON），懸濁態有機窒素（PON）の６項目である。これらのデータのほか，広島湾のかくま島の北に設置されているブイロボットのデータ，気象データ，地球探査衛星ランドサットの地上撮像データ（CCT，Computer Compatible Tape）等を用いて，赤潮の発生予察を試みている。

赤潮予察システム

1979年以降，広島湾において，８月の赤潮（主として *Gymnodinium* '65年型種）の予察を図２に示したシステムで行っている[1~2]。

まず，毎年８月上旬の観測結果が出ると，データバンク（主に，赤潮ファイル）を更新して，赤潮図の作製，判別分析，赤潮（PONで表わし，250μg/ℓ以上を赤潮とする）シミュレーションを行い，これらの結果を総合的に判定して赤潮予察を行っている。以下，各手法の概略につい

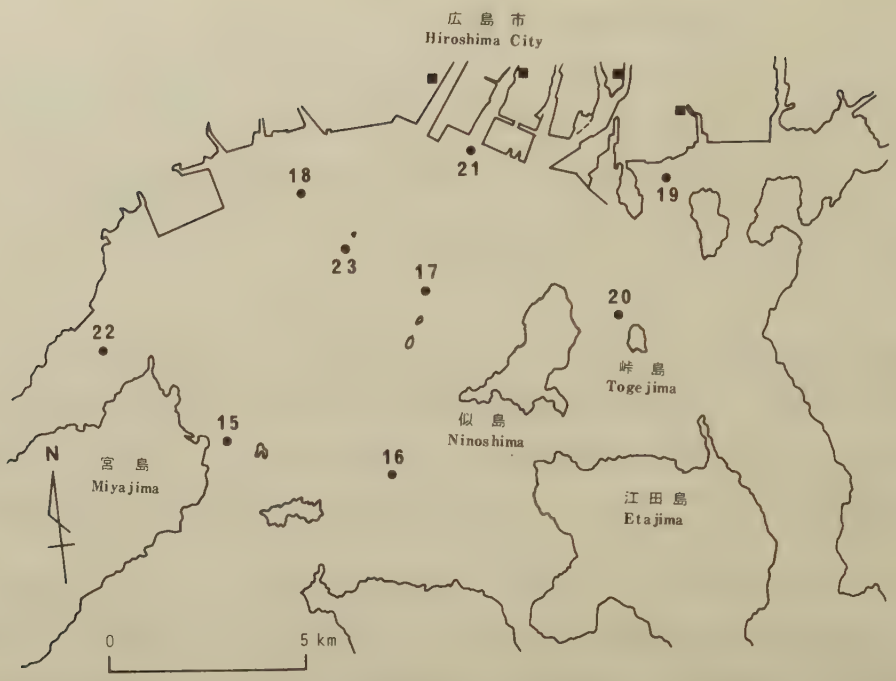


図1. 調査点（■：下水処理場）

Fig. 1. Location of sampling stations in the northern part of Hiroshima Bay(■：Sewage disposal plant).

て説明する。

判別分析　WT, SAL, TDP, DIN, DON, PONを一組とする全観測点データを，PON値が250 μg/ℓ以上になっているデータ組を赤潮群に，それ以外を非赤潮群にした。これら2つの群は重複する部分を持つので，判別分析[3~4]によって，2群の境界を求めた。そして，8月上旬の観測結果が出ると，各調査点が境界のどちら側（赤潮群あるいは非赤潮群）にあるかを判定する。ある調査点を，赤潮群，非赤潮群のどちらかに判別する場合，重複する部分においては，元来赤潮群に属すべきものを非赤潮群と判別され，非赤潮群に属すべきものを赤潮群と判別されることが起る。このときの誤判別される確率に注目して，赤潮の予察を行っている。すなわち，ある調査点において，非赤潮群に判別されて，誤判別確率が，10%から30%になったとすると，かなりの確かさで非赤潮群と判別出来ていたものが，30%になるとかなり不確かな状態になっている。言い換えると，赤潮群に近付いていることを示している。したがって，誤判別確率の経時変化から，赤潮を予察することが出来る。

赤潮図　*Gymnodinium* '65年型種（*Gymnodinium*）の発生を予察することに重点を置いているが，その発生機構は今なお十分に解明されていない。したがって，発生機構が不明である以上，過去に発生した時の直前における観測時の海況を手掛りとして，予報をするしか方法がない。また，赤潮生物の多くは毎年，ほぼ決った時期に，同じ海域で発生しているので，それぞれ固有

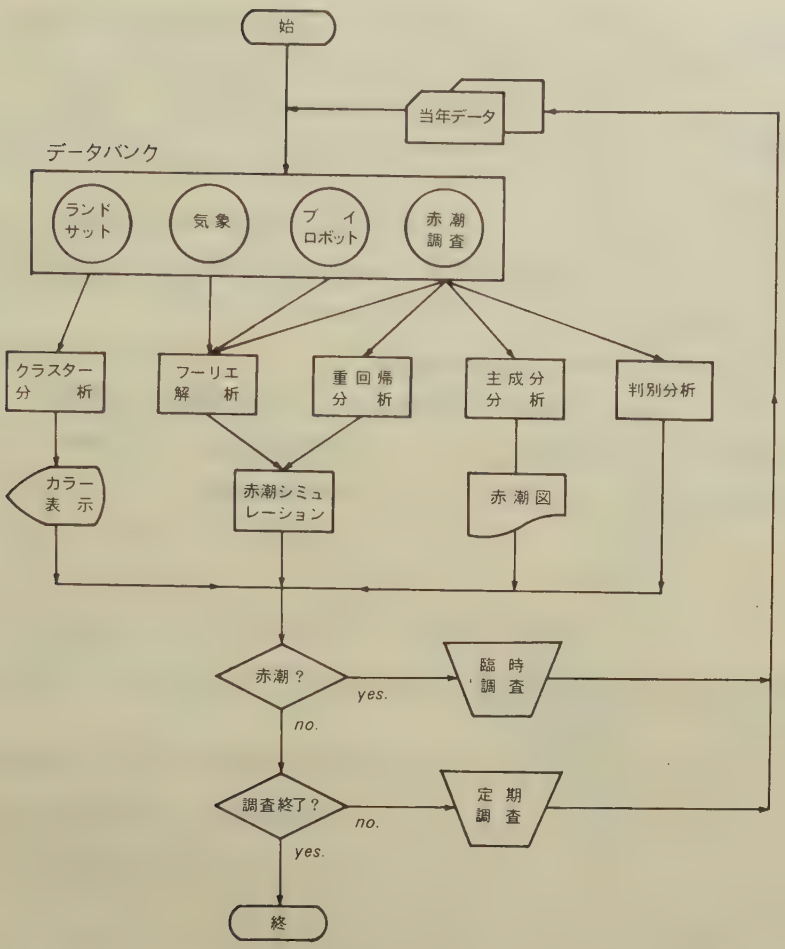


図2. 赤潮予察の流れ図

Fig. 2. The general flow of red tide prediction.

の栄養要求を持っていると考えられる。それゆえ，多年にわたって海況のデータを蓄積し，これを図示出来れば，赤潮時，赤潮前駆時，非赤潮時でぞれぞれ異なった領域に分布していると考えられる。ところで，水温，塩分などの6項目の海況データの相互関係を，一度に同じ図に示すことは出来ない。それで，6項目にそれぞれ固有の値を乗じて，その和（スコア）を求める。[5~6] このようにして，3個のスコアを求めると，これは立体的（三次元）な図として示すことができ，海況データの分布域を比較できるようになる。過去において，赤潮が発生した時の海況データを，この方法で図示したものを“赤潮図”[7~8] と呼んでいる。そして，8月に観測した海況データを上の方法で図示し，その分布位置をみる。これが，*Gymnodinium* 赤潮の前駆海況の赤潮図と比較して，同じような位置に分布しておれば，*Gymnodinium* 赤潮になる可能性があり，別な位置に分布しておれば，*Gymnodinium* 赤潮にはならないと判断出来る。

重回帰分析　赤潮のシミュレーションを行うためには，赤潮現象を数式化することが必要である。しかし，発生機構が解明されていないので，数式化することは難かしい。このような場合に

は，よく重回帰モデルが利用されている[9~10]ので，これを赤潮現象に応用してみた。

すなわち，調査項目のうちから，植物プランクトン量を代表すると考えられるPONを目的変数として，WT，SAL，TDP，DIN，DONをそれぞれ説明変数として選択した。そして，1982年8月と1983年8月1日のデータ（N＝36）により重回帰分析[11~12]を行い，8月の赤潮（PON）の関係式（重回帰式）を求めた。

フーリエ解析　赤潮の関係式を求めるために使用しているWT，SAL，TDP，DIN，DONの未来予測が出来れば，8月の重回帰式にそれぞれ代入することによって赤潮（PON）の未来予測を行うことが出来る。

解析には1983年の五日市沖（St.18）におけるWT，SAL，TDP，DIN，DONのデータを使用した。そして，これら5変数は1年を周期として変動する関数とみなし，フーリエ級数[13]に近似して解を求めた。この解を使用してSt.18における5変数それぞれの8月1日から31日までの毎日の値を推定した。そして，求められた値を8月の重回帰式に代入して，赤潮（PON）のシミュレーションを行った。

結果および考察

赤潮予察システムによって，1983年8月上旬に行った *Gymnodinium* '65年型種の予察について述べる。

判別分析　五日市沖（St.18）における誤判別確率の推移を図3に示した。これまでの解析で

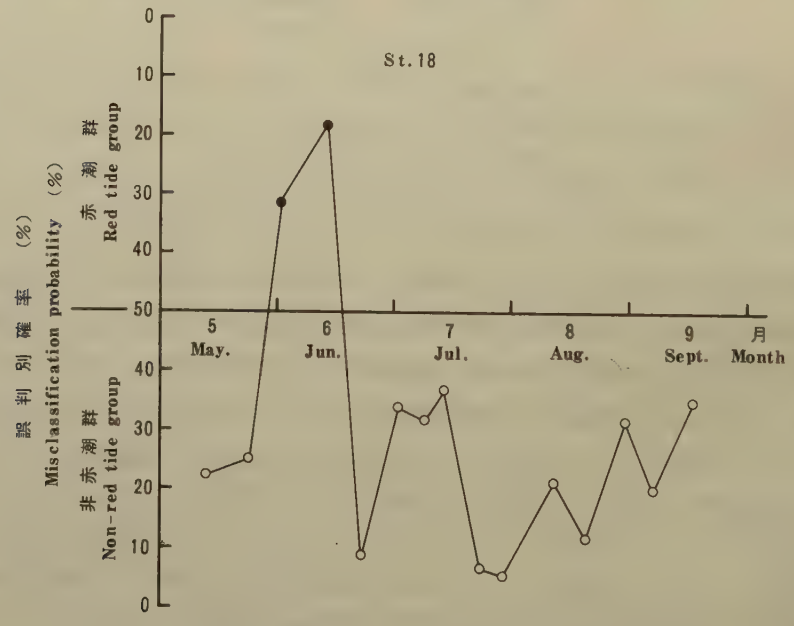


図3.　誤判別確率の推移（○：非赤潮群，●：赤潮群）

Fig. 3.　Changes in misclassification probabilities (○: non-red tide group, ●: red tide group).

非赤潮群に判別され，誤判別確率が増加傾向にあって25%を越えると赤潮になる傾向が認められている。これに該当したのは，5月23日，7月1日，8月29日，9月16日であった。5月23日の場合は6月に *Chaetoceros* 赤潮が発生しており適合していた。7月1日の場合は適合していなかった。8月29日の場合は8月24日に降雨があり，8月26日に小規模な *Skeletonema* 赤潮が発生しており，これは実際には赤潮群から非赤潮群に変化して来たものである。9月16日の場合は10月上旬に広島湾奥部一帯に珪藻赤潮が発生していたことが確認されており，適合していた。

8月1日の時点では，非赤潮群に判別され，誤判別確率は減少傾向にあって10%以下だったので赤潮は発生しないと判定した。

このように，6環境要因（WT，SAL，TDP，DIN，DON，PON）を誤判別確率という1変数に要約して海況の変動を把握することは，赤潮予察を行う際の一つの判断資料となる。

赤潮図　*Gymnodinium* 赤潮が発生しかけているときの赤潮図を図4に示した。これは1977年8月7日と1979年8月20日のデータを同時に示したものである。このことから *Gymnodinium* 赤潮の発生前の海況（前駆海況）は類似した位置にあることがわかった。したがって，観測した海況データの分布が，この前駆海況の分布域に入った後に，栄養塩等の負荷（主に底層から）があれば *Gymnodinium* 赤潮が大発生する好環境になることが推定出来る。これを根拠にして *Gymnodinium* 赤潮の発生予察を行っている。

1983年8月1日の赤潮図を図5に示した。これは明らかに *Gymnodinium* 赤潮の前駆海況（図4参照）と異なっていた。大村湾ではこの種が増殖し始めて赤潮になるのに10日間を要している。このことを考慮して，広島湾では8月11日頃までは大発生しないものと予察した。実際には，8月11日に2調査点の5m層で1,200 cells/mℓ 位まで増殖したが表層では増えず，その後の強風により減少した。この手法による予察は，1980年以降うまく

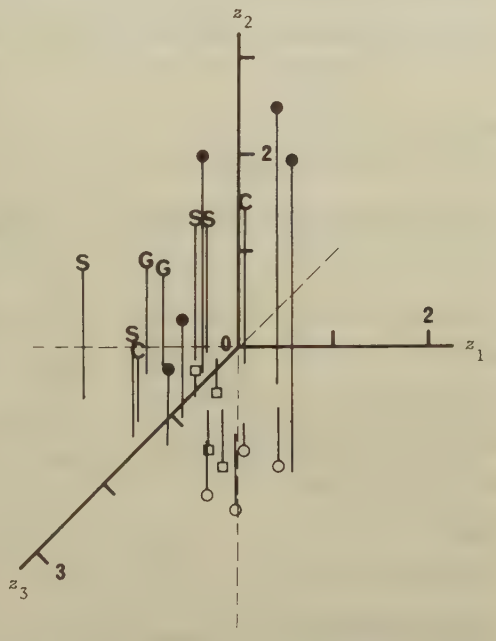


図4.　*Gymnodinium* 赤潮の赤潮図上における前駆スコア（○：1977年8月2日，□：1979年8月20日，**C**：キートセロス，**G**：ギムノディニウム，**L**：レプトシリンダラス+スケレトネマ，**S**：スケレトネマ，●：PON>250 μg/ℓ）

Fig. 4.　The distribution of scores which observed just before *Gymnodinium* type '65 red tide in 1977 and 1979 on the red tide map (○: stations on 2 August 1977, □: stations on 20 August 1979, **C**: *Chaetoceros*, **G**: *Gymnodinium*, **L**: *Leptocylindrus* +*Skletonema*, **S**: *Skeletonema*, ●: PON> 250 μg/ℓ)

適合している。

赤潮のシミュレーション　年によって海の環境は異なるので，当年の海況が反映するように，1982年8月と1983年8月1日のデータによって重回帰式を求めたところ

$$PON = 974.76 - 27.63\,WT - 13.99\,SAL + 2.61\,TDP - 0.23\,DIN + 1.10\,DON$$

が得られた。水温，塩分，TDP，DIN，DONの5説明変数の未来予測が出来れば，先の重回帰式に代入することによって，赤潮（PON）のシミュレーションが可能になってくる。そこで，説明変数の未来予測をフーリエ解析を応用して行い，1983年8月の五日市沖（St. 18）における赤潮のシミュレーション結果を図6に示した。PONの予測値と実測値との差は－19～13 μg/ℓの範囲にあり，よく適合していた（図6）。この程度の誤差であれば，今後は誤差の比較的大きかった塩分，TDP，DINの予測精度の向上を図ることによって，3～4週間程度の未来予測は可能になってくる。

以上のように，広島

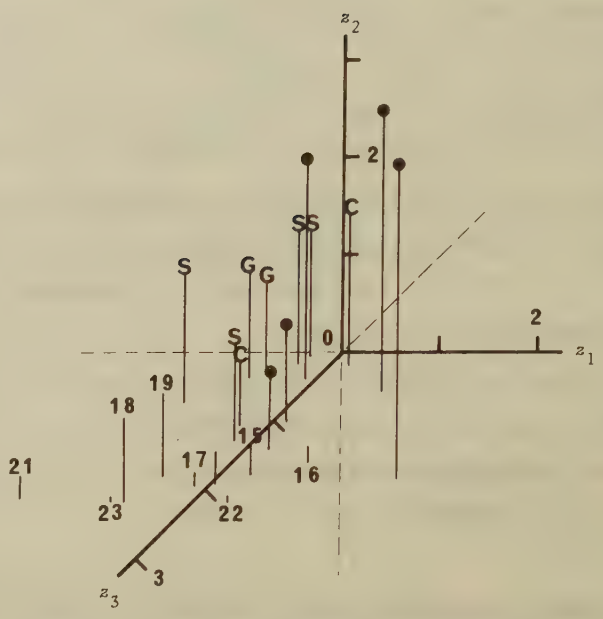


図5.　1983年8月1日の赤潮図（数字は調査点番号，他の記号はFig.4と同じ）

Fig. 5.　Red tide map on 1 August 1983 (Numeric shown station's number, other symbols as in Fig. 4).

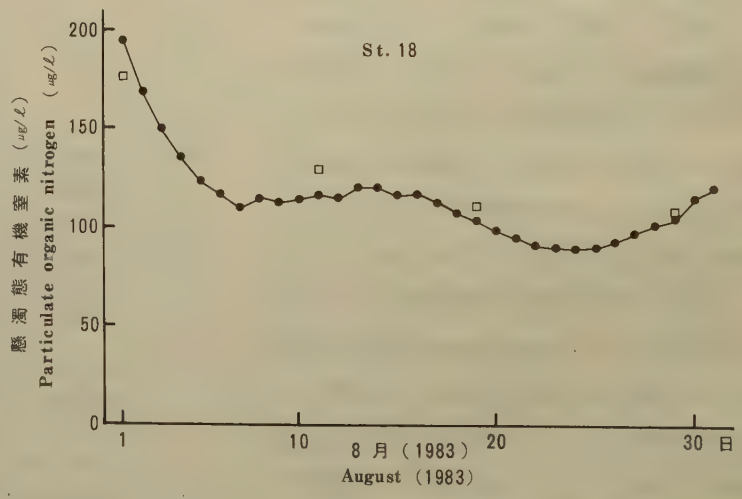


図6.　PONのシミュレーション結果と実測値（●：推定値，□：実測値）

Fig. 6.　Results of PON simulation and observed data (●: estimated PON, □: actual PON).

湾奥部の *Gymnodinium* 赤潮の予察には赤潮図，判別分析，PONのシミュレーションが有効であることが判明した。また，赤潮予察に関して残された問題点は分析時間の短縮化である。海況観測から赤潮予察を行うまでに，4～5日かかっているが，その大部分は分析に要している。さらに，赤潮の発生機構の解明は不可欠であり，これが不明のままでは適切な予察手法の開発は難かしい。また，15年と長期に及ぶプランクトン調査データの有効な利用法を考える必要がある。赤潮プランクトンの“種”は海底で越冬すると思われるが，赤潮時期（5～9月）に浮上してくる量を簡単に把握する手法が開発されれば，予察の精度も向上すると思われる。これまで行われている予察は1例を除くと，すべてが環境データによるもので，一日も早く赤潮プランクトンを用いた予察手法を実用化する必要がある。赤潮は複雑な現象ではあるが，地道にデータを積みあげて一日も早く問題点を解決しなければならない。

要　　約

広島湾奥部で1976年から実施している赤潮予察調査データを使用して，多変量解析法を主体とした赤潮予察システムを開発した。

1. 主成分分析を応用した赤潮図により，*Gymnodinium* 赤潮の前駆海況と当年8月上旬の海況とを比較して赤潮予察を行った。これまでのところ良好な結果を得た。
2. 赤潮（PON）を水温，塩分，窒素，リンで数式化したところ，良好な関係式が得られた。
3. フーリエ解析と重回帰モデルとを組み合わせて赤潮（PON）のシミュレーションを行った。PONの予測値は実測値によく適合していた。

文　　献

1）大内　晟・高山晴義：赤潮予知に関する試み．瀬戸内海赤潮予察調査（昭和51，52年度水産庁研究報告書），133－143（1978）．

2）大内　晟：広島湾奥部における赤潮予報研究の現状，沿岸海洋研究ノート，**20**，33－42（1982）．

3）応用統計ハンドブック編集委員会編：応用統計ハンドブック．養賢堂，東京，1980，pp. 378－390.

4）鈴木久子・大石展緒・荻律好文：需要予測の技法．日刊工業新聞社，東京，1972，pp. 225－240.

5）奥野忠一・久米　均・芳賀敏郎・吉澤　正：多変量解析法，日科技連，東京，1974．pp. 159－257.

6）中村正一：多変量解析入門，日刊工業新聞社，東京，1979，pp. 79－105.

7）大内　晟・高山晴義：主成分分析による赤潮図について．日水誌，**47**，1275－1279（1981）.

8）大内　晟・高山晴義：赤潮図による *Gymnodinium* ’65年型種赤潮の予察について．日水誌

投稿中.

9) 大内　晟：重回帰式による赤潮発生予測. 日水誌, **48**, 1245－1250 (1982).

10) 大内　晟・楠木　豊・高山晴義：珪藻赤潮の重回帰式と海域区分について. 日水誌, **49**, 867－873 (1983).

11) 奥野忠一・芳賀敏郎・矢島敬二・奥野千恵子・橋本茂司・古河陽子：続多変量解析法. 日科技連, 東京, 1976, pp. 17－75.

12) 河口至商：多変量解析入門. 森北出版, 東京, 1978, pp. 3－33.

13) E. O. BRIGHAM： 高速フーリエ変換（宮川洋・今井秀樹訳), 科学技術出版社, 東京, 1979, pp. 166－251.

ガザミメガロパの夜間浮上について

高場　稔

Studies on Swimming Crab (*Portunus Trituberculatas*)
Megalopa 's Rising to the Surface
during the Night

Minoru TAKABA

広島県では1973年以来ガザミ稚ガニの大量放流が行なわれ，特に1978年以降は毎年200万尾以上の種苗が放流されている。この結果，1960年代後半から低迷し続けていたガザミ漁獲量は上昇に転じ，1978年から1982年の漁獲量は150トンから257トンの間にあり，1950年代後半の資源水準に回復したといえる。この資源の回復は種苗放流の効果によるものの他，再生産によるものも少なくないと考えられる。この再生産力をみるためには，ガザミ生活史の中で各成長段階の生態を明らかにし，資源的動態を把握する必要がある。このようなことから，今回まずガザミメガロパの生態に着目した。

一般にゾエア幼生・メガロパ幼生をはじめ浮遊生活を送っている小型の甲殻類や幼生の日間垂直移動については，古くから研究がなされており，その研究経過については伊藤[1]の詳述がある。筆者ら[2]は1975年の秋期に安芸灘の小湾である倉橋町袋の内において，㊨ネットを用いた表層吹き流しによる採集調査をした結果，カニ類ゾエア幼生，メガロパ幼生の採集数は日没前より夜間の方が多くなることを報告した。またガザミ1令稚ガニを放流した時，放流当夜，放流場所で日没後に稚ガニが表層へ浮上することを観察した[3]。以上のことからガザミの幼生期から稚ガニ初期の成長段階では夜間に浮上する習性があると考えられる。

そこでガザミ幼生の生態を明らかにする目的で，時刻別，層別に採集を行い，若干の知見が得られたのでその結果を報告する。

材料および方法

調査は1979年に3回，1980年に4回，カニ類幼生がよく出現する7～8月に行なった。図1に調査点とその周辺海域図を示す。プランクトンの採集には口径70cm，側長200cm，網地GG20の稚魚ネットを用いた。定点に3丁の錨で固定した調査船からロープ，浮子，沈子を用いて2個の稚魚ネットを表層と5m層にそれぞれ設置した。それぞれのネットは潮流のために吹き流し状になり，ネット内を通過する海水に含まれるプランクトンが採集される。1時間毎に2つのネットを同時に引き上げ，この間に採集されたプランクトンを10%ホルマリンで固定した。なお1979年7月30日は5m層のプランクトンが採集できなかったので，合せて13シリーズ122本のプランク

表1. 調査日時，場所と潮時

Table. 1. Date, Station and Tide of Survey

番号 No.	調査日 Date of Survey	調査場所 St. of Survey	潮 Tide	調査時刻 Time of Survey	満潮 時刻 High tide Time	満潮 潮位 High tide Hight	干潮 時刻 Low tide Time	干潮 潮位 Low tide Hight
1	1979.7.30	St. 1	小潮 neap tide	18:00–00:00	1:38	328 cm	19:23	105 cm
2	8. 6	St. 1	大潮 spring tide	17:00–00:00	20:51	371	2:56	123
3	8.22	St. 2	大潮 spring tide	18:00–00:00	21:56	368	16:06	48
4	1980.7.18	St. 2	小潮 neap tide	14:00– 2:00	1:46	324	19:25	97
5	7.25	St. 2	大潮 spring tide	15:00– 2:00	20:39	347	2:45	142
6	8. 9	St. 3	大潮 spring tide	15:00– 2:00	21:14	346	3:15	126
7	8.27	St. 2	大潮 spring tide	16:00– 5:00	22:52	397	4:59	66

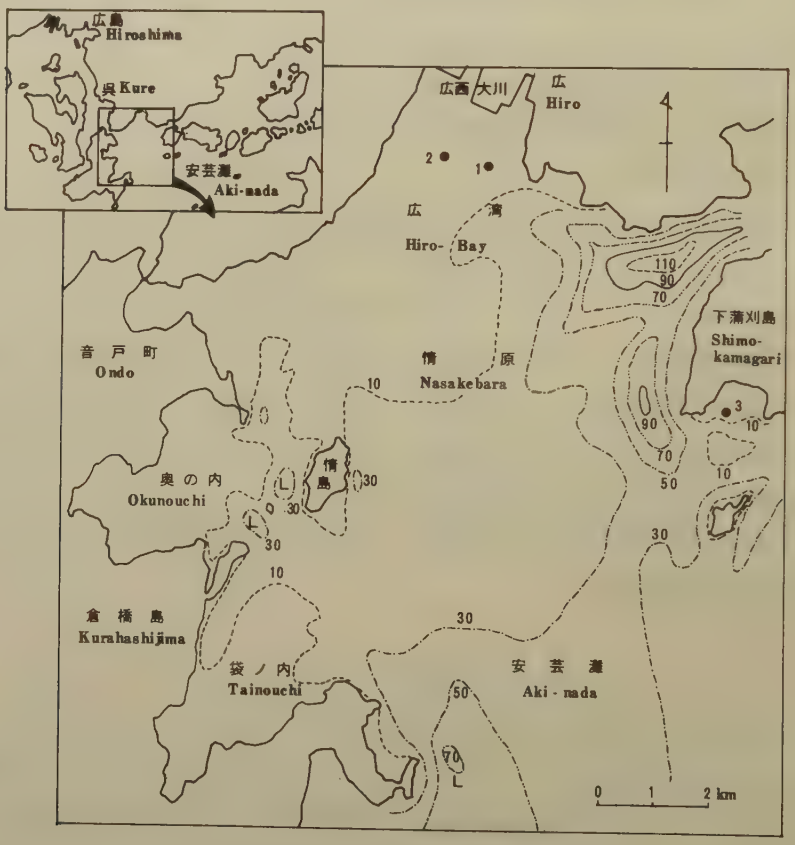


図1. 調査点と周辺海域の水深

●：調査点

Fig. 1. The stations of the collection of larvae and the bathymetric chart of the area surveyed.

●：Surveyed poind

表2. プランクトンの採集状況

Table. 2. Number of Collected Plankton

種類 Item ＼ 調査年月日 Date of survey	1979 7.30	8. 6	8.22	1980 7.18	7.25	8. 9	8.27	計 Total	組成比 Composition Rate(%)
表層 Surface laryer									
短尾類 Branchyura									
ゾエア幼生 Zoea larvae	1,150	590	3,607	236	3,525	4,697	760	14,565	53.8
メガロパ幼生 Megalopa larvae	31	87	411	10	45	182	25	791	2.9
ガザミメガロパ幼生 Meg. of Swimming crab		2	40			8		50	.2
カニ類 Crabs	7	5	32	4	26	93	11	178	.7
ガザミ稚ガニ Young Swimming crabs			2					2	.0
短尾類以外の幼生 Larvae excluding Branchyura									
フィロゾーマ幼生 Phyllosoma larvae								0	.0
ミシス幼生 Mysis stage larvae		1		7	9	55	26	98	.4
アリマ幼生 Alima larvae	122	437	872	114	1,421	195	181	3,342	12.4
その他のプランクトン Other zooplankton									
ダンゴイカ科 Sepiolidae				6	2			8	.0
多毛類 Polychaete				6	1	14	6	27	.1
コペポーダ Copepoda				9		4	55	68	.3
クーマ目 Cumacea	12	8	5	17	16	39	4	101	.4
エビ類 Natantia	190	344	366	67	817	285	281	2,350	8.7
ヤドカリ Pagurus			4	17	6		8	35	.1
ヨコエビ Gammarus	2	1	1	97	18	10	38	167	.6
ワレカラ Caprella	13	13	6	45	109	58	99	343	1.3
ヤムシ Sagittoidea	125	115	189	59	508	99	880	1,975	7.3
ヒラムシ Tyrbellaria				2	1	2		5	.0
魚卵 Fish egg	77	234	39	731	482	412	455	2,430	9.0
稚仔魚 Juvenile fish	83	27	91	44	39	42	193	519	1.9
小計 Total	1,812	1,864	5,665	1,471	7,025	6,195	8,022	27,054	100.0
5 m層 5m depth layer									
短尾類 Branchyura									
ゾエア幼生 Zoea larvae		1,273	1,007	1,060	7,377	5,995	1,260	17,972	67.1
メガロパ幼生 Megalopa larvae		73	139	13	29	276	50	580	2.2
ガザミメガロパ幼生 Meg. of Swimming crabs		2	7			2		11	.0
カニ類 Crabs		10	40	34	18	157	16	275	1.0
ガザミ稚ガニ Swimming crab								0	.0
短尾類以外の幼生 Larvae excluding Branchyura									
フィロゾーマ幼生 Phillosoma larvae						1	1	2	.0
ミシス幼生 Mysis stage larvae		14	5	5	3	147	5	179	.7
アリマ幼生 Alima larvae		257	320	88	486	48	309	1,508	5.6
その他のプランクトン Other zooplankton									
ミミイカ Sepiodae									
多毛類 Polychaete									
コペポーダ Copepoda		5		28			14	47	.2
クーマ類 Cumacea		2	3	13	24	46	2	90	.3
エビ類 Natantia		264	255	112	569	226	316	1,742	6.5
ヤドカリ Pagurus				8		6	5	19	.1
ヨコエビ Gammarus		2	13	35	80	20	1	151	.6
ワレカラ Caprella		19	10	203	83	56	24	395	1.5
ヤムシ Sagittoidea		134	121	15	182	111	613	1,176	4.4
ヒラムシ Tyrbellaria				16				16	.1
魚卵 Fish egg		206	10	839	266	630	72	2,023	7.6
稚仔魚 Juvenile fish		75	55	38	157	55	218	598	2.2
小計 Total		2,336	1,985	2,507	9,274	7,776	2,906	26,784	100.0

トン資料が得られた。

またプランクトンの採集にあわせて，1時間毎に，0 m，1 m，2 m，5 m，B－1 mの水温，塩分，流向，流速を観測した。水温は棒状水銀温度計，塩分は銀モール滴定法，流向，流速はCM－2S型で測定した。

結果および考察

全プランクトンの採集状況　各調査日の層別プランクトン採集状況を表2に示す。この調査で得られた動物プランクトンは全部で53,838個体である。そのうちカニ類のゾエア幼生は32,537個体で全体の60%を占め最も多い。その他，アリマ幼生，魚卵，稚エビ，ヤムシ類，メガロパ幼生が多く採集されている。カニ類のメガロパ幼生は1,371個体採集され，そのうち61個体がガザミメガロパと同定された。

ゾエア幼生の採集状況　ゾエア幼生について，時刻別に採集された個体数の変化を図2に示す。各調査日により採集個体数は大きく異なる。また採集日毎の単位時間あたりの最高採集数をみても0 m層では56～2,340個体，5 m層では361～3,495個体であり，調査日により変動が多い。調査日の中で1時間あたりの採集ピーク時刻は0 m層では20－21時が4回，21－22時，22－23時，0－1時が各1回，5 m層では15－16時，16－17時，18－19時が各1回，20－21時が3回であり，5 m層では採集ピーク時刻が日没前に3回みられたが，表層ではいずれも夜間の方が採集されやすい傾向がある。

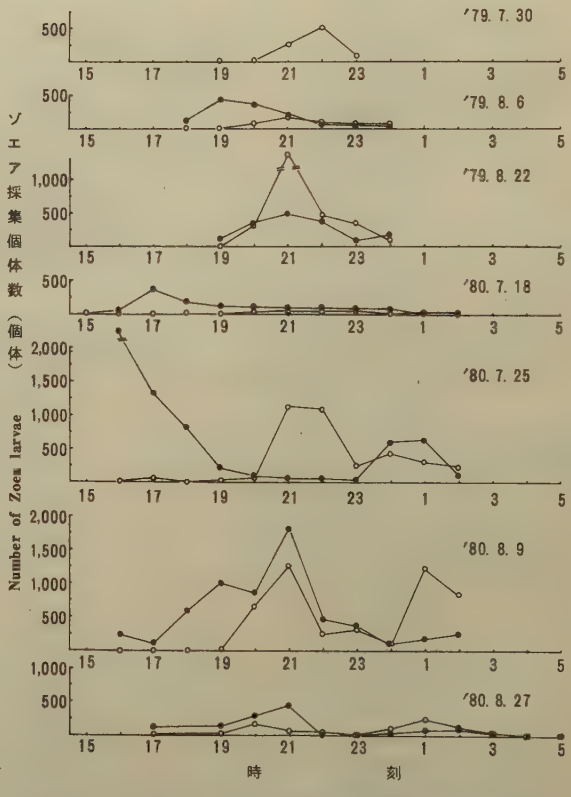


図2.　カニ類ゾエア幼生採集個体数の時刻別推移
○—○：表層，●—●：5 m層

Fig. 2. The hourly changes of the number of collected crab Zoea larvae.
○—○:surface layer, ●—●:5m depth layer

つぎに時刻別に2層間の採集比率をみると，19時以前の採集はごく一部を除いて，ゾエアは5 m層だけで採集され，表層ではほとんど採集されなかった。19時頃から5 m層での採集比率が徐々に低くなり，逆に表層では20時から翌日の1時にかけての採集比率が高くなる傾向がみられた。

メガロパ幼生の採集状況　メガロパ

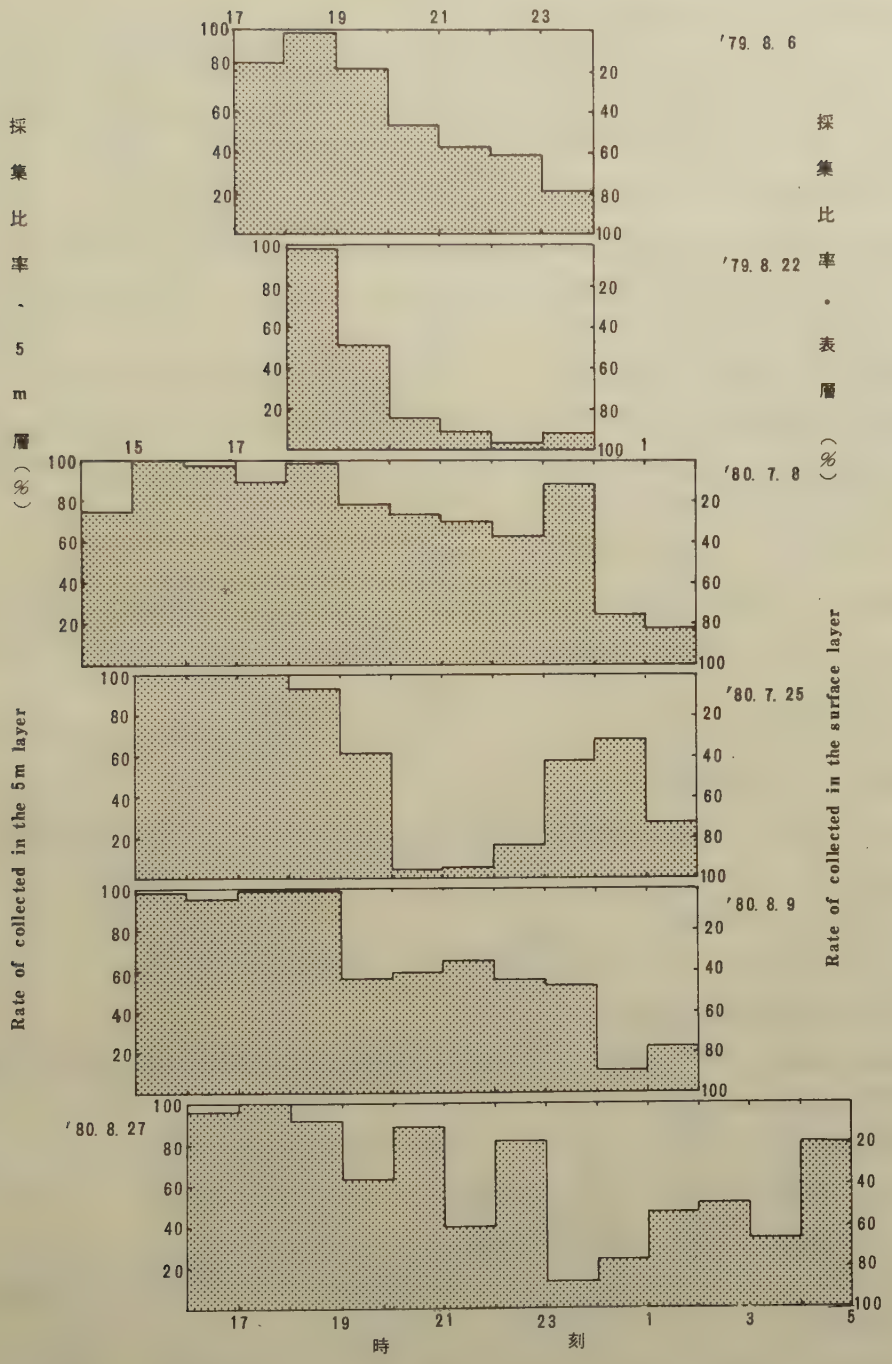


図3.　ゾエア幼生の時刻別層別採集比率
□：表層，　⊡：5 m層

Fig. 3.　The hourly changes of the ratio of crab Zoea larvae collected in the surface layer to those collected in the 5m depth layer.
□ : surface layer,　⊡ : 5m depth layer

幼生は全調査で1,371尾が採集された。ゾエア幼生に比べ非常に少なく，調査日別にみるとゾエア幼生の0.7～4.3%であった。またゾエア幼生と同様調査日により採集数は11～284個体と変動が大きい。1時間あたりの採集ピーク時刻は5m層で19時以前に2回あったが，他はすべて20時以降であった。

時刻別および層別にカニ類メガロパ幼生の採集比率を図5に示す。ゾエア幼生と同様調日により若干異なるが，19時以前はほとんど表層では採集されない。19時以降徐々に表層での採集比率が高くなり，最も多く採集されたのは21時から翌日の1時の間で，大略ゾエアの採集パターンと一致した。

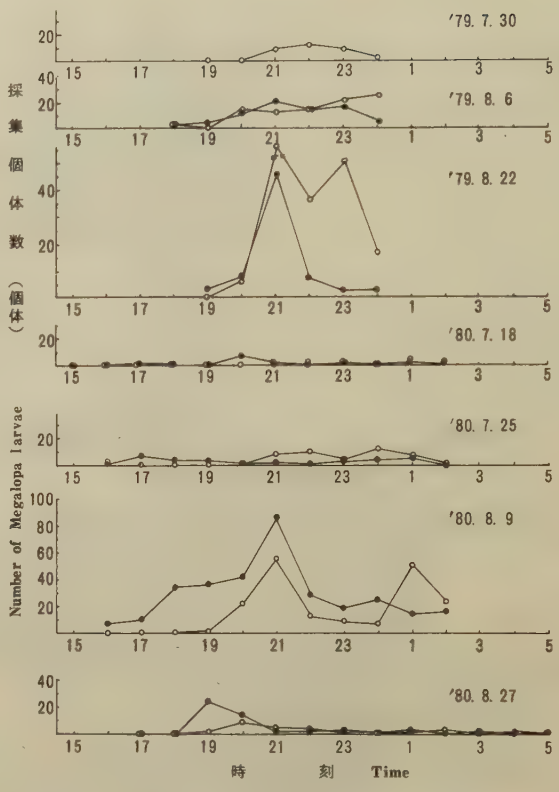


図4. メガロッパ幼生採集個体数の時刻別推移

Fig. 4. The hourly changes of the number of collected Megalopa larvae.
○—○:surface layer,
●—●:5m depth layer

ガザミメガロパ幼生の採集状況　7回の調査で1,371個体採集されたカニ類メガロパのうち，4.7%にあたる62個体がガザミメガロパ幼生であった。図6に示すとおり，ガザミメガロパ幼生は，いずれの調査においても19時から2時の間に採集された。層別にみると，表層で採集されたのは50個体で，5m層では11個体であり，表層での採集が多い。特に54年8月22日には20時から23時の3時間に表層では38個体が採集されたが，5m層では僅か5個体しか採集されなかった。しかし，54年8月6日22時の調査では5m層で採集されたにもかかわらず表層では採集されなかった。ただ5m層で採集されたのは，僅か1個体であり，5m層より表層で多く採集されるという，一般的な傾向を覆すものではない。

また，ガザミメガロパ幼生は他のカニ類メガロパ幼生の採集が多くみられた時には採集されたが，他のカニ類メガロパ幼生の採集が少ない時には採集されなかった。このことはガザミメガロパ幼生と他のカニ類メガロパ幼生との量的な関係を表わしていると同時に，この海域で同じような浅深移動を行っていると考えられる。

大潮と小潮におけるカニ類幼生の採集数の違い　大潮と小潮において採集されるカニ類幼生の個体数の違いを比較するため，1979年にはSt.1で7月下旬の小潮と8月上旬の大潮を選んで調査を実施した。1980年にもSt.2で同様の調査を7月中旬の小潮と7月下旬，8月下旬の大

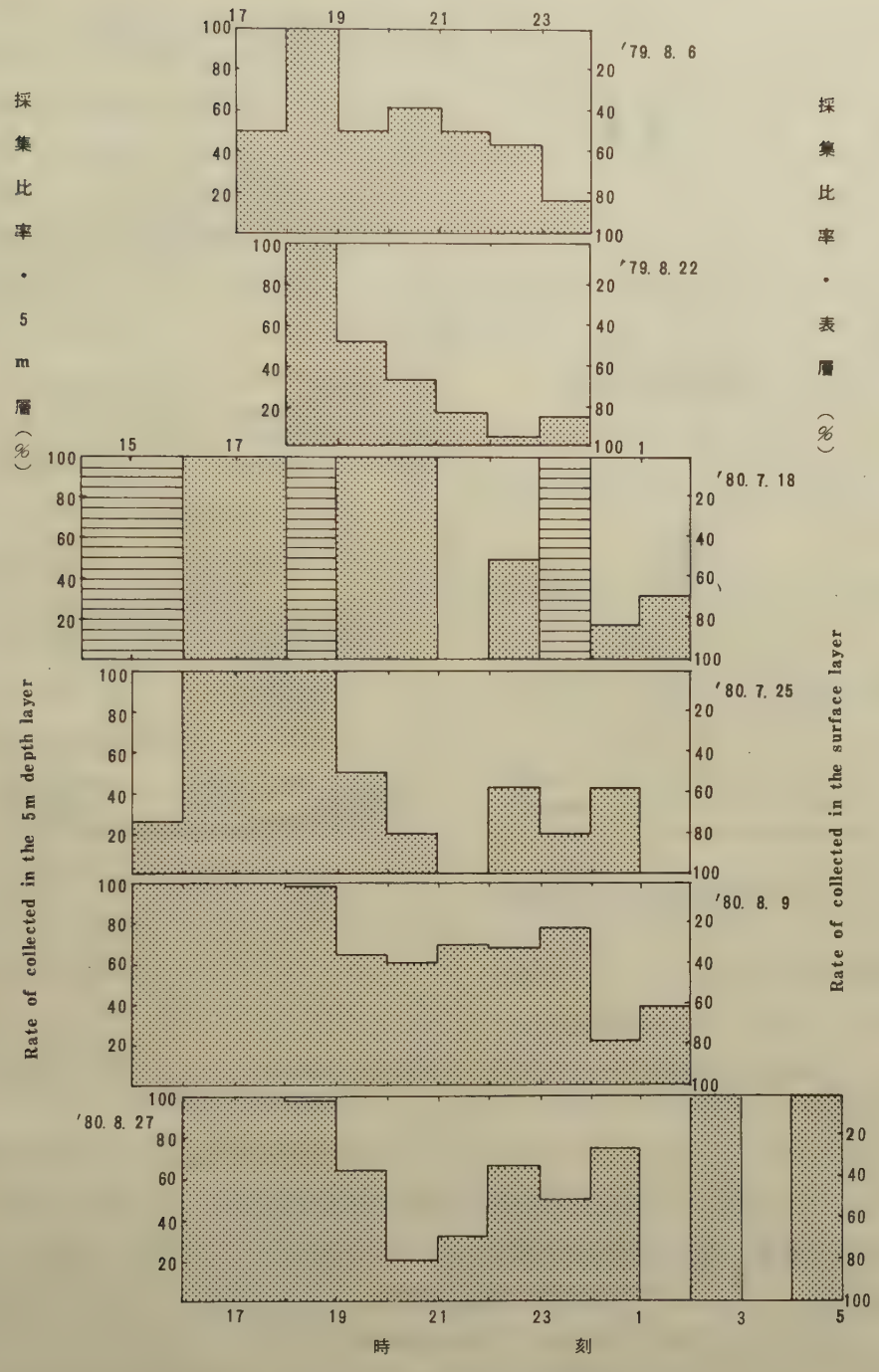


図5.　メガロパ幼生の時刻別層別採集比率
□：表層，⊠：5 m層，目：採集なし

Fig. 5.　The hourly changes of the ratio of Megalopa larvae collected in the surface layer to those collected in 5m depth layer.
□ : surface layer, ⊠ : 5m depth layer, 目 : non collected,

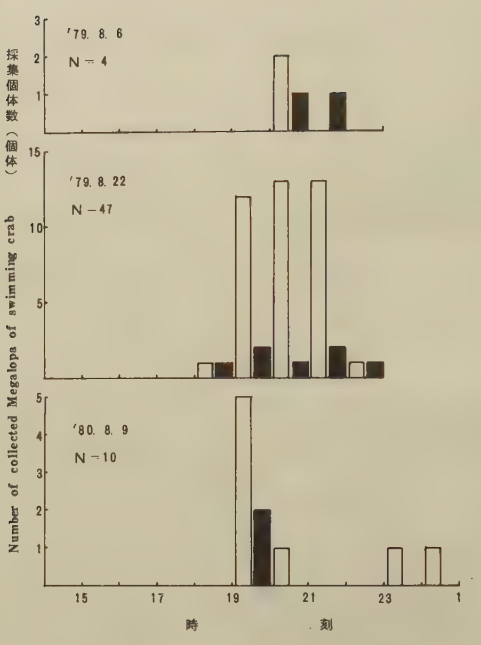


図6. ガザミメガロパ幼生の時刻別採集個体数
□：表層，　■：5 m層

Fig. 6. The number of collected individuals of Swimming crab Megalopa.
□:surface layer, ■:5m depth layer

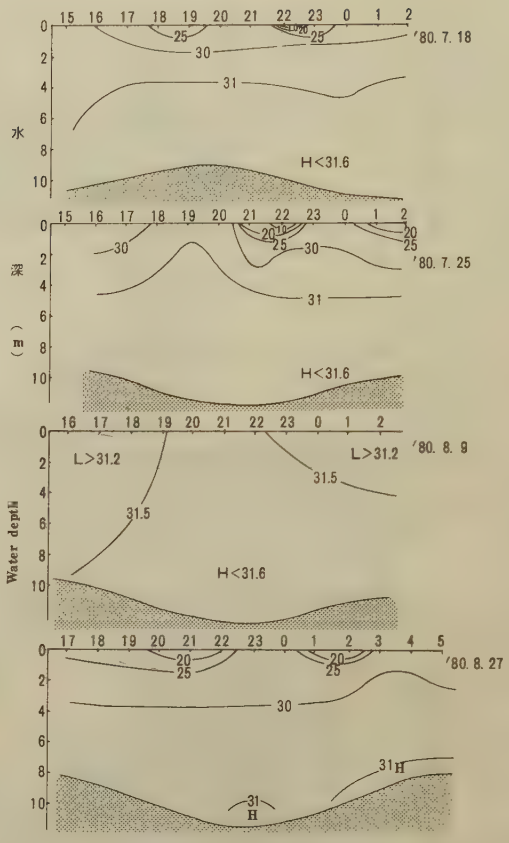


図7. 調査点における塩分（‰）の時刻変化

Fig. 7. The hourly variations of salinity (‰) at the collecting stations.

潮に行なった。1980年の調査で7月下旬の5 m層のプランクトン採集ができなかったので，大潮と小潮の比較はできないが，表層についてみるとメガロパ幼生は大潮の方が多く採集された。1980年の調査については表層，5 m層とも採集されたメガロパ幼生は小潮時より大潮時の方が多かった。

ゾエア幼生については1979年St. 1の調査では小潮時に大潮時の採集量を上まわっているが1980年St. 2では表層，5 m層とも大潮時が小潮時の採集量を上まわる結果となった。

表層水塩分の影響　前述のようにカニ類ゾエア幼生は日没後は主として表層で採集されるが，1980年7月18日，8月27日には日没前は勿論，日没後でも表層の採集数が5 m層のそれよりも少なく，且つ日採集数も少ない。調査日ごとの塩分経時変化をみると，採集数が多い7月25日には20時から22時にかけて一時的に表層付近が低塩分になったが，ほとんど30‰以上であった。これに対して7月18日，8月27日には降雨の影響で2～4 m以浅は30‰以下で推移した。これらのことから表層でのゾエア幼生採集数の多少は塩分と関連があるようにみえる。

今回のプランクトン採集法は潮流の変化に応じて採集個体数が変化すると考えられるため，採集個体数を流速で除しこれを採集指数（以下C指数とする）とし，その経時変化を図8に示し塩

分の経時変化と対比してみた。まず，採集個体数が多い７月25日の表層のＣ指数は20時から21時にかけて増加したが，表層塩分が低下した22時にはＣ指数は減少し，23時にはさらに少なくなった。その後表層塩分が上昇するとＣ指数は再び増加したが，０時以後表層が再び低塩分になるとＣ指数は減少した。このような塩分の変化に対するＣ指数の変化の関係は採集数が少ない７月18日，８月27日についても同様な傾向がみられた。

また，８月19日に調査したSt.3はSt. 2に比べ沖合にあり，河川水の影響が少ないため塩分は高く，経時変化も少ない。55年の調査ではガザミメガロパ幼生はSt. 3だけで採集された。ここでは日没後も５ｍ層で採集個体数が多く，Ｃ指数も20時から22時にかけて５ｍ層が表層を上まわったが，両層のＣ指数は同期しておりSt. 2とは異なる結果となった。このように塩分量とカニ類ゾエア幼生のＣ指数とは密接な関連がみられたが，図９に示すとおり，メガロパ幼生についても同様な傾向がみられた。

ガザミメガロパが採集された1979年８月の表層塩分は 29.4～32.2 ‰，平均 30.6 ‰，同年８月22日は 32.4～32.6 ‰，平均 32.5 ‰で経過した。1980年の調査では前述のとおり表層塩分が 31.2～31.6 ‰，平均 31.4 ‰と高い St. 3 でのみ採集があり，表層塩分が低く経時変化の大きいSt. 2では採集できなかった。筆者[2)]はガザミメガロパ幼生の塩分濃度変化に対する反応をみるため，高さ１ｍの円筒内で上層を低塩分，中層以下を高塩分とし，円

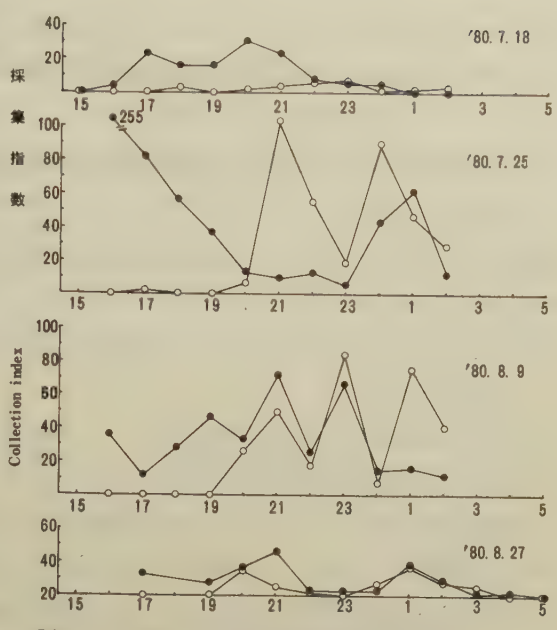


図８．カニ類ゾエア幼生採集指数の時刻変化
○—○：表層，●—●：５ｍ層

Fig. 8. The hourly changes of collection index of crab Zoea larvae.
○—○ : surface layer,
●—● : 5m depth layer

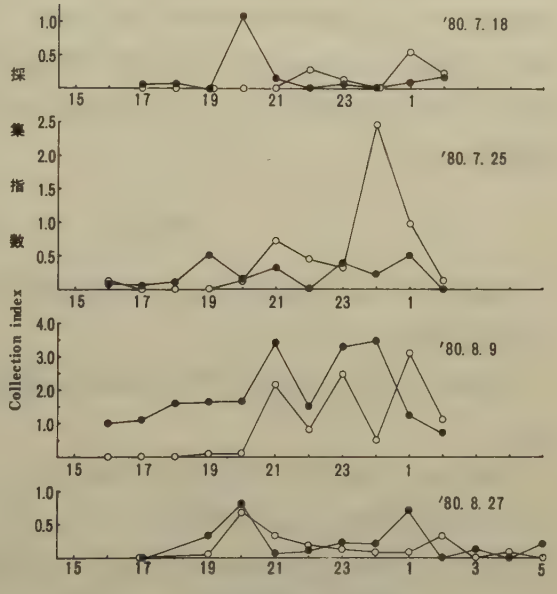


図９．メガロパ幼生採集指数の時刻変化
○—○：表層，●—●：５ｍ層

Fig. 9. The hourly changes of collection index of Megalopas.
○—○ : surface layer,
●—● : 5m depth layer

筒直上から光刺激を与えた。ガザミメガロパは走光性を示し，30‰以上の下層から上方へ浮上したが，20～23‰，稀に15～17‰の低塩分域に入ると急に運動を停止し，高塩分域へ下降する行動を繰返していることを観察した。このようなことから本調査においてSt．2では上層低塩分に阻止されて，表層まで浮上できず，中層に留まったものと推察される。

以上広湾，情原の3定点でカニ類のゾエア，メガロパ幼生の垂直分布をみた。これらの結果を総括すると，カニ類ゾエア，メガロパ幼生とも日没前には中層以深に分布しているが，日没後20時から翌日1時にかけて浮上し，表層に分布するようになる。それ以後，日の出前にかけて再び中層以深に降下する。ガザミメガロパも他のカニ類幼生とともに，このような垂直移動を行っていると推察される。

一方カニ類の日周期的な垂直移動について，深滝[4)]は日本海においてズワイガニ属の浮遊期幼生の表層における昼夜別採集結果の比較から，各ステージの幼生とも日周期的な垂直移動を行いこの移動は発育の進んだステージほど活発であるとしている。また伊藤他[5)]も同様に佐渡近海において，昼間はごく稀にしか出現せず，夜間に浮上するという日周期的な垂直移動を行うと報告し，今回の調査結果と一致している。ガザミの種苗放流が始まって以来，天然発生状況の把握を目的として，徳島県，兵庫県，岡山県，愛媛県，広島県海域でメガロパ幼生の分布調査が行なわれている[6~9)]。これらの調査は兵庫県を除いて，いずれも夜間，稚魚ネットによる夜間表層引きである。この方法は本調査結果からみて，ガザミメガロパ幼生の一応合致した採集法といえるがさらに効率的に採集するためには，①20時から22時の間に表層引きを行う。②小潮より大潮の方が採集数が多い。③表層が低塩分状態では分布量が少ない。などの条件に留意する必要がある。

終わりに臨み，メガロパの同定等本研究に御指導を頂いた北海道区水産研究所長倉田博博士にお礼申しあげる。また調査に協力頂いた音戸漁業協同組合理事水主村和登氏，広島大学学生宮林豊氏に深謝する。

文　　献

1. 伊藤克彦　1970：動物プランクトンの鉛直移動機構と水中照度条件との関連に関する研究。九大農学雑，25(1)，71－96．
2. 広島県　1977：昭和50－51年度大規模増殖場開発事業調査報告書（ガザミ・音戸地区）60 pp．
3. 高場　稔・平田貞郎・川西正衛・猪子嘉生　1976：ガザミ種苗放流追跡－Ⅳ　1・2令期稚ガニの放流直後の行動．栽培技研，5(1)，21－24．
4. 深滝　弘　1969：日本海におけるズワイガニ属浮遊期幼生の出現と分布．日水研報告，21，35－54．
5. 伊藤勝千代・池原宏二　1971：佐渡近海におけるズワイガニ属浮遊期幼生の出現と分布に関する二・三の考察．日水研報告，23，83－100．
6. 徳島県水産試験場　1974：昭和48年瀬戸内海魚類放流技術，ガザミの資源・生態・漁場調

査報告書．55 pp.

7. 兵庫県水産試験場他　1975 ： 昭和46－49年度瀬戸内海栽培漁業魚類放流技術開発調査，ガザミ班総括報告書．33 pp.

8. 愛媛県水産試験場　1982 ： 昭和57年度栽培漁業放流技術開発事業，ガザミ班総合報告書．28 pp.

9. 猪子嘉生・高場　稔　1977 ： 甲殻類の増養殖における干潟の利用について－ガザミ－．水産土木，13(2)，21－27．

シオミズツボワムシの卵にみられる寄生体について－Ⅰ

Parasite on Rotifer (*Brachionus plicatili* MULLER) Eggs-1.

馬久地隆幸

Takayuki MEKUCHI

シオミズツボワムシ *Brochionus plicatilis* MULLER を大量に安定供給する技術を開発することは，魚類種苗生産過程における懸案の一つであるが，まだ，種々の問題が残されている。その一つに近年，飼育水温が20℃以下の主に秋季に携卵中のワムシ卵が破壊される現象が目立つようになった[1)]。この現象が現われると産卵数が多いにもかかわらず，卵が発生，ふ化しないため，ワムシはまったく増殖しない。これら破壊された卵について精査したところ，卵に外部寄生する生物体が観察されたので報告する。

本文に先だち，有益な助言を頂いた養殖研究所松里寿彦室長，長崎大学水産学部右田清治教授に深謝する。

材料および方法

昭和58年９月下旬に当場のワムシ培養槽で春季より継続して培養していたワムシの単為生殖卵に卵破壊が発生したため，これらの卵について観察した。このワムシ培養槽では，培養を開始した春季にはＬ型ワムシが，夏季にはＳ型ワムシが優勢であった。卵破壊が発生した時には，再びＬ型ワムシが優勢となりつつあった。

卵破壊が発生した水槽のワムシを採集し，これを試験管用ミキサーで撹拌し，母個体より離れた卵を集めた。卵はストレプトマイシンを50㎎添加した沪過海水とともにスライドグラス上に設けた小室に密閉して検鏡した。また，９月上旬に海産クロレラの培養槽に出現した卵破壊の発生しなかったＬ型ワムシの卵を寄生体が寄生している卵とともに小室に密閉し，寄生体の感染を観察した。

結果および考察

一般に卵は携卵帯でワムシ母個体に付着しているが，破壊された卵をみると携卵帯付近の卵殻が破れ，そこから内容物が卵殻外に突出したような形となる。この突出部には多数の球形体があり（Plate Ⅰ, 1），個々の球形体の内部には遊走子が多数形成され，放出されるのが観察された（Plate Ⅰ, 2）。このため，これら球形の寄生体が卵破壊の原因であると考え調査した。

遊走子は放出される時や基物に接触した時には，先端部が尖って，やや変形するが，活発に遊

泳している時には，球形である。体長は6～7μmで，後方に30μm程度の一本の鞭毛が生じている。また，体後部には本体の半分程度の大きさの球状をした色素体様の構造がみられる。体表に溝は見られない（Plate I，3）。

遊走子はワムシ卵の表面に付着すると，扁平になり鞭毛を失う。その後，仮根を発生し，これをワムシ卵内に伸ばして寄生生活に入る（Plate I, 4）。寄生体はこのまま球形に大きく成長し，仮根部も基部が太くなり，枝分れして伸長する。寄生初期のものには，寄生体内に嚢状の構造体が見られるものもあるが（Plate I, 5），寄生体の大きさが17μm以上になると，内部にははっきりとした構造体は見られなくなる（Plate I, 6）。ワムシ卵に寄生した寄生体は，直径が約23μmを起えると，内部全体が短時間に多分裂して，30個以上の遊走子を形成し，寄生体の細胞壁がそのまま遊走子嚢となる（Plate I, 7）。遊走子は，寄生体内ではげしく運動し，細胞壁の一か所にできた放出孔から放出される。放出孔には蓋はなく，放出孔の径は遊走子より若干小さい。

寄生してから内部に嚢状の構造体ができるまでに4～6時間，内部全体が均一状になるには14時間以上，さらに遊走子形成するまでに4時間以上を要する。遊走子形成後は遊走子は短時間に放出される。

ワムシ卵内の内容物が突出したように観察されるのは，携卵帯付近に多数の寄生体が密集して寄生し，ワムシ卵内に侵入した多数の仮根基部の成長によって卵殻が破られるために生じるもので，突出部はすべて寄生体の集合によって形成されている。このほか，寄生体が小数寄生した場合は，寄生体は大きく成長し最大50μmとなる。この場合は遊走子形成までに要する時間も長く，遊走子形成数も多くなり，ワムシの卵殻が破れることも少ない。

遊走子はワムシ卵のみでなく，スライドグラスに付着してそのまま仮根を伸して成長し（Plate I, 8），ワムシ卵に寄生したものと同じく遊走子を形成するものが見られた。この場合は，寄生体内にはっきりとした嚢状の構造体は見られない。また，寄生体は大きく成長することなく17～23μmで遊走子を形成する。このように寄生体はワムシ卵のみでなく，ワムシの死骸，あるいはふ化した後のワムシ卵殻にも付着し成長する。ワムシ卵内の仔虫の発生が進んだものでは，これらが寄生し，卵内に仮根を侵入させても仔虫はふ化する。また，水温を上昇させて，卵発生を促進すると，ワムシは正常にふ化するものが多くなる。

藻菌類の中で同じくRotiferの卵に寄生するものが数種報告されているが[2)]，今後さらに分類学的検討を加える必要がある。

文　　献

1）山田正通・伏見　徹：シオミズツボワムシ携帯卵の異常事例と原因究明のための予備実験について．昭和57年度広島栽漁センター事報，77－80，1983.

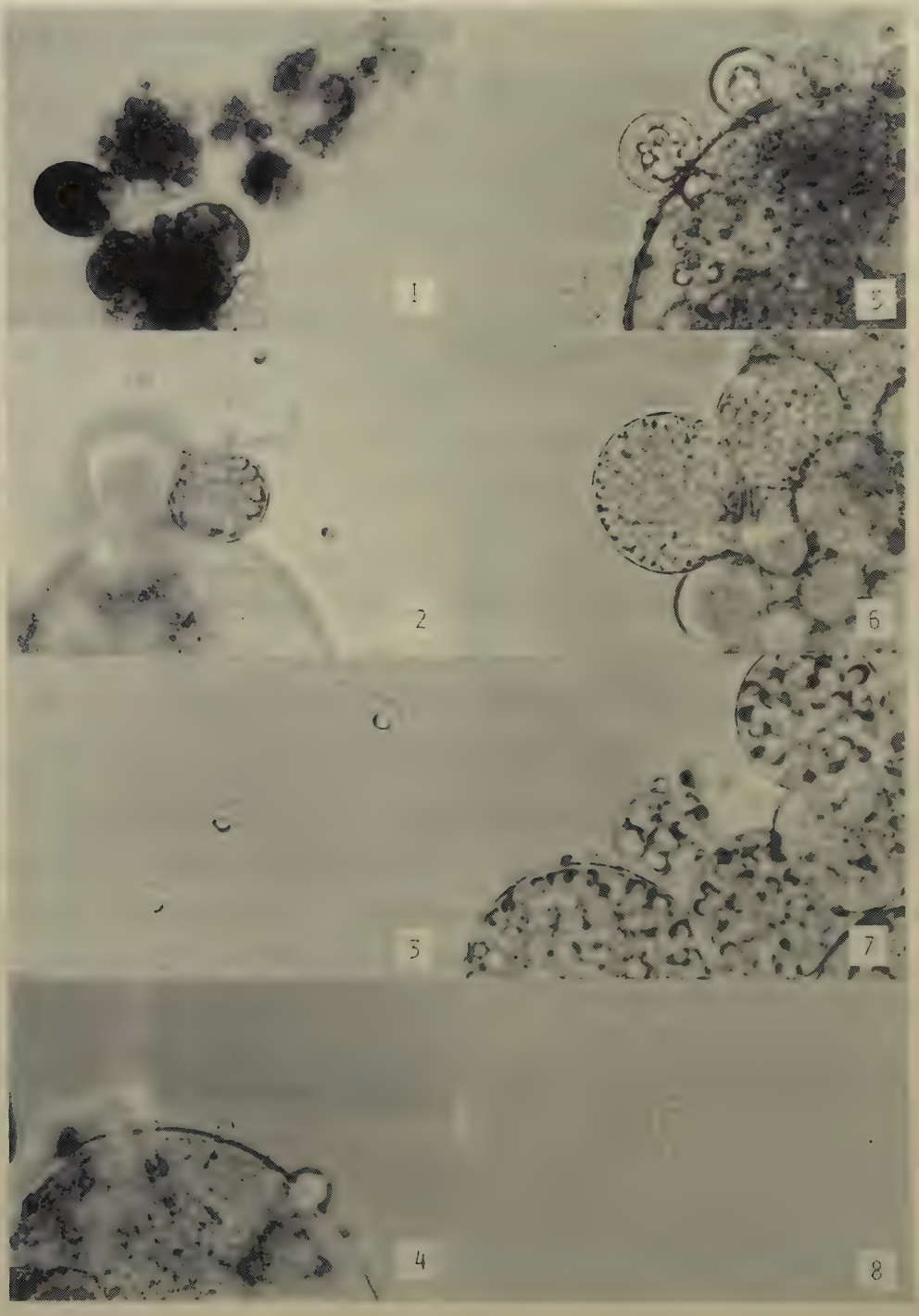
2）Sparrow, F, K., Jr ： Aquatic Phycomycetes. 2nd, Ed. Leiden, 136－146, 1960.

図版Ⅰの説明

1. 破壊された卵を携帯するシオミズツボワムシ。
2. 遊走子の放出。
3. 遊　走　子。
4. 寄生生活初期。
5. 嚢状の構造体が見られる寄生体。
6. 成長した寄生体。
7. 遊走子の形成。
8. 寄生体の仮根。

Expalnatons of Plate Ⅰ.

1. Brachionus plicatilis laied broken eggs.
2. Discharge of zoospores.
3. zoospores.
4. Early stage of parasite.
5. Irregularly saclike structure of parasite.
6. Grown parasite.
7. Formation of zoospores.
8. Showing branched rhizoid.


1
5
2
6
3
7
4
8

似島，幸ノ浦，竹原市高崎町における水温，塩素量，潮流の日変化

橋本俊将

On the Diurnal Change of Water Temperature, Chlorinity and Tidal Current at Ninoshima, Kōnoura and Takasakichō (Takehara-City)

Toshimasa HASHIMOTO

当水試では，1979年以降主に広島湾奥部水域で，水温，塩素量，潮流の同時観測を行っている。そのうち，広島湾奥部での2回の観測と竹原市高崎町における観測とをとりあげ，水温と塩素量の日変化と，潮流との関係を概観したので，その結果を報告する。

方　　法

調査は広島市似島町，安芸郡江田島町幸ノ浦，竹原市高崎町の3か所で実施した（図1）。調査日は，似島町1980年6月25～26日，幸ノ浦1981年3月30日～31日，高崎町1981年5月6～7日である。各地点とも，1時間ごとに25時間の，深度別（0, 2, 4, 6, 8, 10m）の水温，塩素

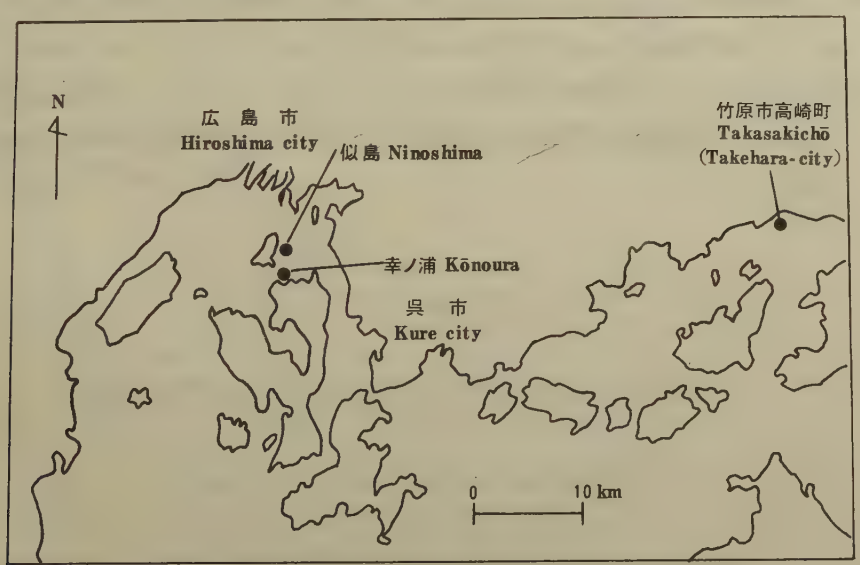


図1. 調査点位置

Fig. 1. Location of stations.

量，潮流を測定した。水温は棒状水温計，塩素量は銀モール滴定法によった。測流は東邦電探ＣＭ－２Ｓ型を用いて行った。

水温，塩素量，潮流とも調和分解[1,2]して，平均値および恒流と，日周成分，半日周成分の振巾と遅角（位相のおくれ，以下「位相」という）を求めた。

結果および考察

水温と塩素量との日変化の状況を図２～４に示した。似島の水温の日変化をみると，０ｍは13～16時に高水温を示す日周期型であるのに対して，２ｍ以深では２回の高水温期があり，半日周期型を示している。しかも，２ｍから８ｍへと深くなるにしたがって，高水温期が少しずつ遅れていく。このことは，似島のデータの調和分析結果（表１）のうち，水温の半日周成分の位相が２ｍの 200.6° から８ｍの 71.7° へと，次第に遅れていくことに示されている。幸ノ浦でも，０ｍと２ｍとは日周期型であるが，４ｍ以深は半日周期型を示している。この半日周期型には位相の遅れは少なく，水温の半日周成分の位相は，４ｍの 152.7° から10ｍの 191.9° へと，わずかな遅れだけである（表２）。一方，高崎町では，各層とも半日周期型であり，しかも，位相のずれはあまり無い（表３）。

塩素量の日変化は，似島では各層とも日周期型を示しているようである。幸ノ浦では半日周期型を示している。高崎町では 18.0～18.3 ‰ の範囲にあり，ほとんど変化はない。

似島と幸ノ浦とにおける水温と塩素量との日変化は，深さによって日周期型，半日周期型があり，しかも位相のずれのみられるものもあり，この日変化と潮流との関係を求めることはできない。しかし，高崎町では，水温の半日周期の位相が，潮流の半日周成分（東分）の位相に近接している（表３）。調和分解による半日周成分を図示したのが図５である。これでみると，潮流の半日周成分（東分）と水温との位相は，深度を増すほどややずれてくるが，表層ではほぼ同位相である。したがって，東流時，すなわち上げ潮では高水温水が，西流時（下げ潮）では低水温水が来ることを示している。

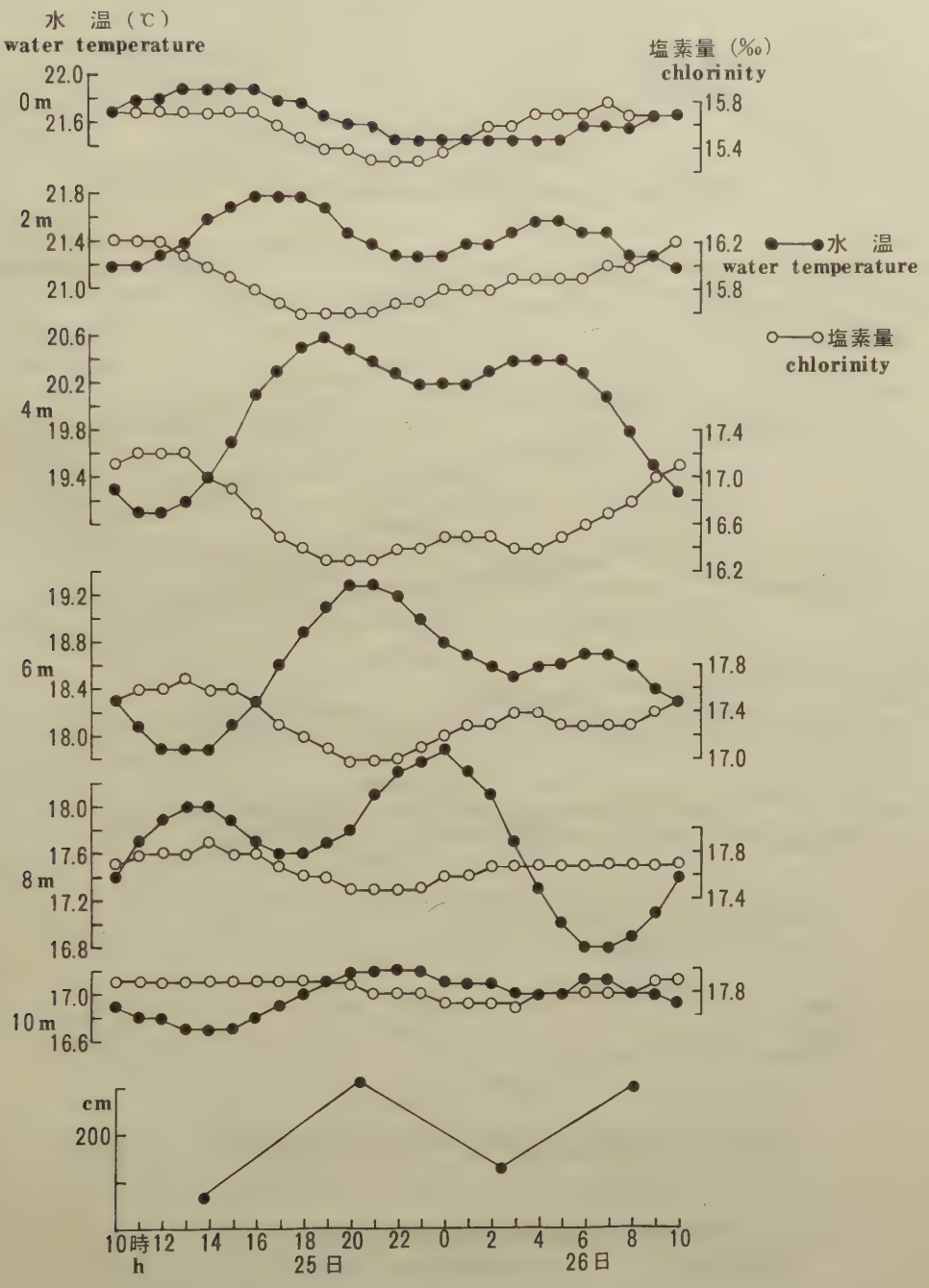


図2.　上：似島における水温と塩素量の日変化
下：25日から26日の潮位の変化

Fig. 2.　Upper ; Diurnal chang of water temperature and chlorinity at Kōnoura.
Lower ; Change of tidal height from 25 to 26.

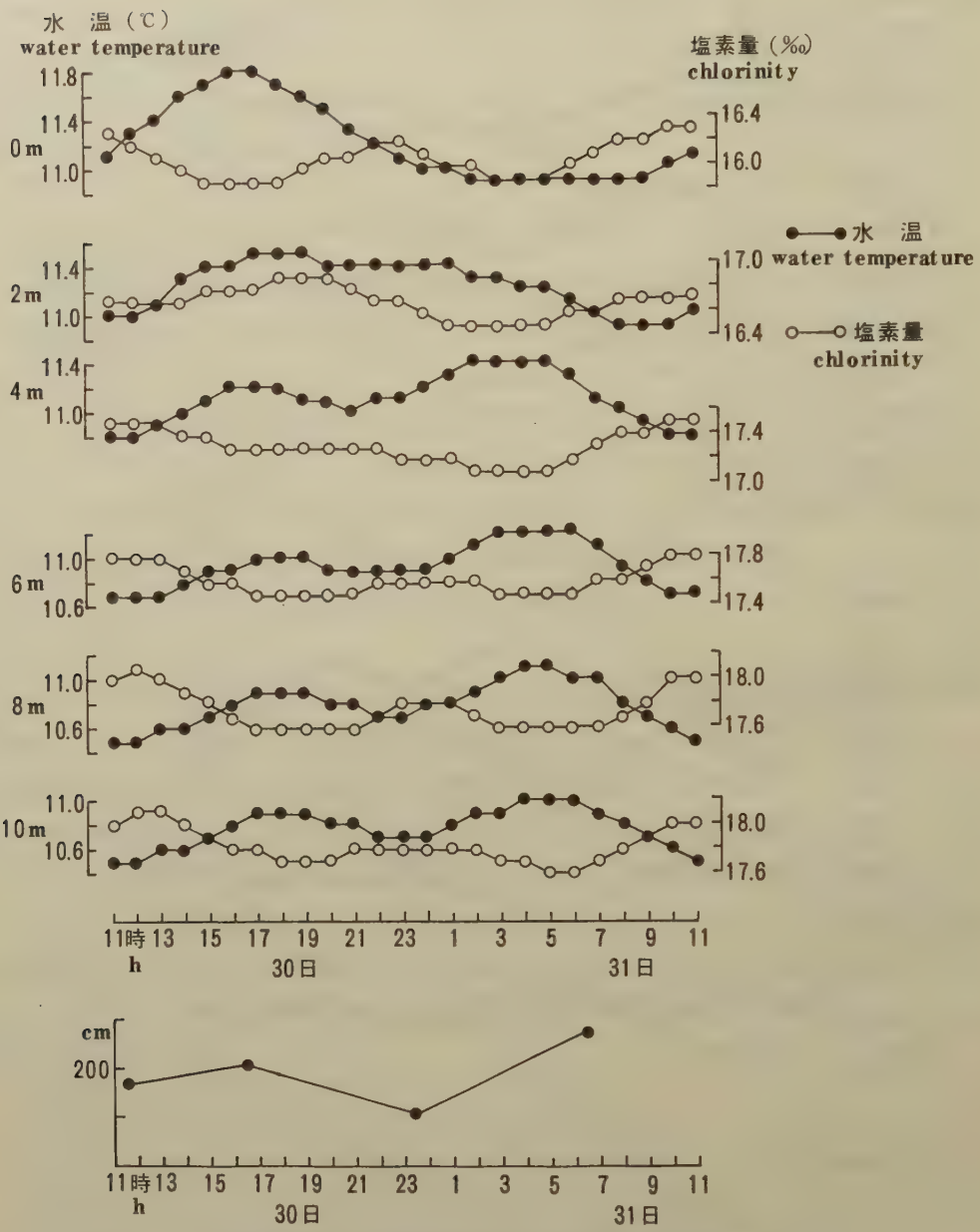


図3. 上，幸ノ浦における水温と塩素量の日変化，下，30日から31日の潮位の変化

Fig. 3. Upper ; Diurnal change of water temperature and chlorinity at Kōnoura.
Lower ; Change of tidal height from 30 to 31.

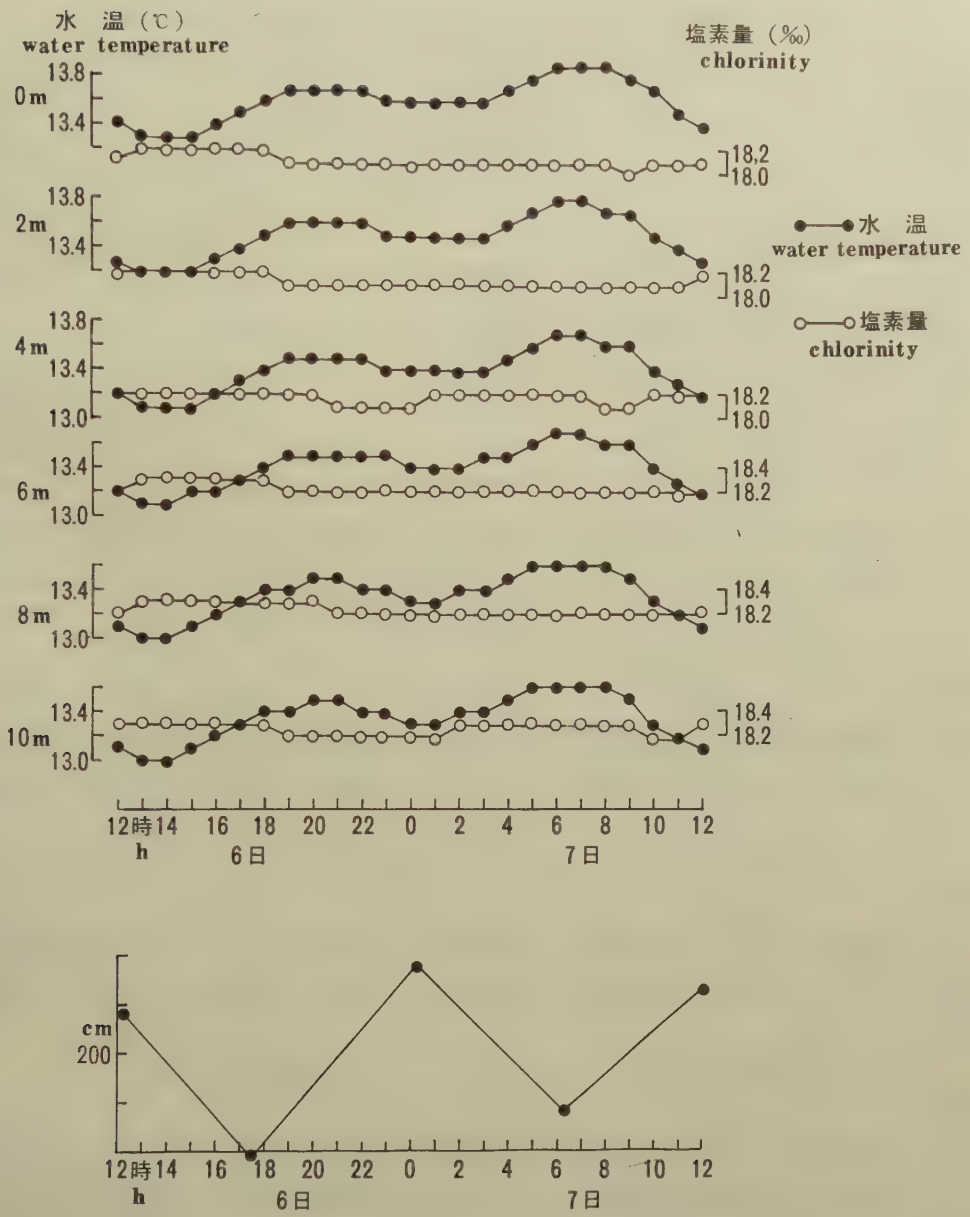


図4. 上，竹原市高崎町における水温と塩素量の日変化
下，6日から7日の潮位の変化

Fig. 4. Upper : Diurnal change of water temperature and chlorinity at Takasakichō (Takehara-city).
Lower : Change of tidal height from 6 to 7.

表 1. 似島における水温，塩素量，潮流の調和分析結果

Table. 1. Results of harmonic analysis, water temperature, chlorinity and tidal current at Ninoshima.

水層 Depth (m)			平均値 Mean Value 恒流 Steady Current	日周成分 Diurnal 振巾 Amp.	日周成分 Diurnal 位相 PL	半日周成分 Semi-Diurnal 振巾 Amp.	半日周成分 Semi-Diurnal 位相 PL
0	水温 (℃) Water Temperature		21.65	0.20	59.09	0.04	160.04
	塩素量 (‰) Chlorinity		15.60	0.21	354.77	0.07	172.44
	潮流 TC	東分 E-Component	0.012	2.240	346.01	2.464	309.54
		北分 N-Component	− 0.054	2.419	294.08	2.472	334.36
2	水温 Water Temperature		21.28	0.12	112.83	0.23	200.61
	塩素量 Chlorinity		15.87	0.24	350.49	0.11	65.07
	潮流 TC	東分 E-Component	− 3.741	3.550	77.09	8.337	283.39
		北分 N-Component	− 1.295	4.722	31.30	5.424	88.93
4	水温 Water Temperature		20.01	0.55	198.34	0.38	234.23
	塩素量 Chlorinity		16.66	0.39	18.12	0.19	59.58
	潮流 TC	東分 E-Component	− 0.921	1.615	352.46	4.119	274.62
		北分 N-Component	− 0.708	1.925	122.71	4.329	298.59
6	水温 Water Temperature		18.58	0.47	194.64	0.35	292.07
	塩素量 Chlorinity		17.33	0.23	12.35	0.16	116.69
	潮流 TC	東分 E-Component	0.525	0.161	106.06	4.978	318.69
		北分 N-Component	2.308	2.027	246.74	5.320	306.39
8	水温 Water Temperature		17.69	0.49	155.41	0.50	71.72
	塩素量 Chlorinity		17.68	0.12	19.19	0.09	144.45
	潮流 TC	東分 E-Component	0.487	1.421	263.24	4.531	342.93
		北分 N-Component	1.512	0.608	185.51	1.349	313.78
10	水温 Water Temperature		16.99	0.20	216.19	0.12	310.00
	塩素量 Chlorinity		17.84	0.10	64.81	0.02	218.20
	潮流 TC	東分 E-Component	0.462	1.093	131.14	4.044	5.61
		北分 N-Component	1.758	0.847	207.08	1.559	1.31

注 Notes Amp. : Amplitude
PL : Phase Lag (degree)
TC : Tidal Current (cm/sec)

表2. 幸ノ浦における水温，塩素量，潮流の調和分析結果

Table. 2. Results of harmonic analysis, water temperature, chlorinity and tidal current at Kōnoura.

水層 Depth (m)			平均値 Mean Value 恒流 Steady Current	日周成分 Diurnal 振巾 Amp.	日周成分 Diurnal 位相 PL	半日周成分 Semi-Diurnal 振巾 Amp.	半日周成分 Semi-Diurnal 位相 PL
0	水温 (℃) Water Temperature		11.23	0.45	87.68	0.12	160.58
	塩素量 (‰) Chlorinity		16.06	0.05	341.43	0.17	336.09
	潮流 TC	東分 E-Component	− 2.141	1.396	111.54	1.111	48.20
		北分 N-Component	− 0.641	1.558	39.38	0.822	114.15
2	水温 Water Temperature		11.24	0.26	143.36	0.09	143.92
	塩素量 Chlorinity		16.68	0.17	82.59	0.08	273.23
	潮流 TC	東分 E-Component	− 1.875	0.557	165.64	1.011	38.39
		北分 N-Component	0.067	1.922	91.66	1.555	144.73
4	水温 Water Temperature		11.12	0.19	215.52	0.18	152.71
	塩素量 Chlorinity		17.29	0.16	30.30	0.09	346.85
	潮流 TC	東分 E-Component	− 0.612	0.698	177.56	1.478	38.48
		北分 N-Component	− 0.804	0.773	164.65	0.929	214.75
6	水温 Water Temperature		10.94	0.16	223.80	0.17	180.72
	塩素量 Chlorinity		17.60	0.10	4.82	0.11	25.95
	潮流 TC	東分 E-Component	0.009	2.595	209.82	2.548	79.85
		北分 N-Component	0.417	0.575	193.29	0.470	135.29
8	水温 Water Temperature		10.81	0.13	226.03	0.18	190.23
	塩素量 Chlorinity		17.74	0.14	12.95	0.17	27.93
	潮流 TC	東分 E-Component	0.792	2.899	216.83	3.795	85.01
		北分 N-Component	1.333	1.282	246.96	1.684	90.84
10	水温 Water Temperature		10.78	0.11	226.83	0.16	191.85
	塩素量 Chlorinity		17.82	0.12	31.92	0.14	26.58
	潮流 TC	東分 E-Component	0.546	3.998	247.15	5.737	88.46
		北分 N-Component	0.941	2.132	272.43	2.997	87.04

注 Notes　Amp.：Amplitude
PL　：Phase Lag (degree)
TC　：Tidal Current (cm/sec)

表 3. 竹原市高崎町における水温，塩素量，潮流の調和分析結果

Table. 3. Results of harmonic analysis, water temperature, chlorinity and tidal current at Takasakichō (Takehara-city).

水層 Depth (m)		平均値 Mean Value 恒流 Steady Current	日周成分 Diurnal 振巾 Amp.	日周成分 Diurnal 位相 PL	半日周成分 Semi-Diurnal 振巾 Amp.	半日周成分 Semi-Diurnal 位相 PL
0	水温 (℃) Water Temperature	13.62	0.16	240.82	0.18	227.74
	塩素量 (‰) Chlorinity	18.11	0.04	43.99	0.06	80.43
	潮流 東分 E-Component	− 2.050	1.14	185.89	4.208	251.16
	TC 北分 N-Component	− 1.262	0.908	301.23	1.474	340.67
2	水温 Water Temperature	13.52	0.15	232.39	0.17	226.46
	塩素量 Chlorinity	18.13	0.04	33.59	0.05	90.36
	潮流 東分 E-Component	− 1.487	2.684	344.11	4.693	273.80
	TC 北分 N-Component	− 0.116	2.687	322.05	0.493	330.96
4	水温 Water Temperature	13.42	0.15	232.03	0.17	227.12
	塩素量 Chlorinity	18.18	0.03	43.37	0.04	104.84
	潮流 東分 E-Component	− 2.204	2.423	332.58	3.207	264.31
	TC 北分 N-Component	− 1.329	0.256	203.54	0.761	131.06
6	水温 Water Temperature	13.43	0.16	226.83	0.17	224.29
	塩素量 Chlorinity	18.21	0.03	38.29	0.05	99.54
	潮流 東分 E-Component	− 0.233	1.264	150.08	3.972	276.26
	TC 北分 N-Component	− 0.175	0.635	223.80	2.440	107.03
8	水温 Water Temperature	13.35	0.17	225.02	0.17	221.57
	塩素量 Chlorinity	18.23	0.03	41.70	0.04	108.24
	潮流 東分 E-Component	− 0.362	0.932	272.57	2.482	289.97
	TC 北分 N-Component	0.804	1.089	190.03	2.293	69.42
10	水温 Water Temperature	13.36	0.17	224.62	0.17	217.34
	塩素量 Chlorinity	18.26	0.02	351.56	0.03	113.30
	潮流 東分 E-Component	0.683	1.878	150.01	3.275	298.56
	TC 北分 N-Component	0.945	0.786	62.11	1.695	16.04

注 Notes Amp.：Amplitude
PL ：Phase Lag (degree)
TC ：Tidal Current (cm/sec)

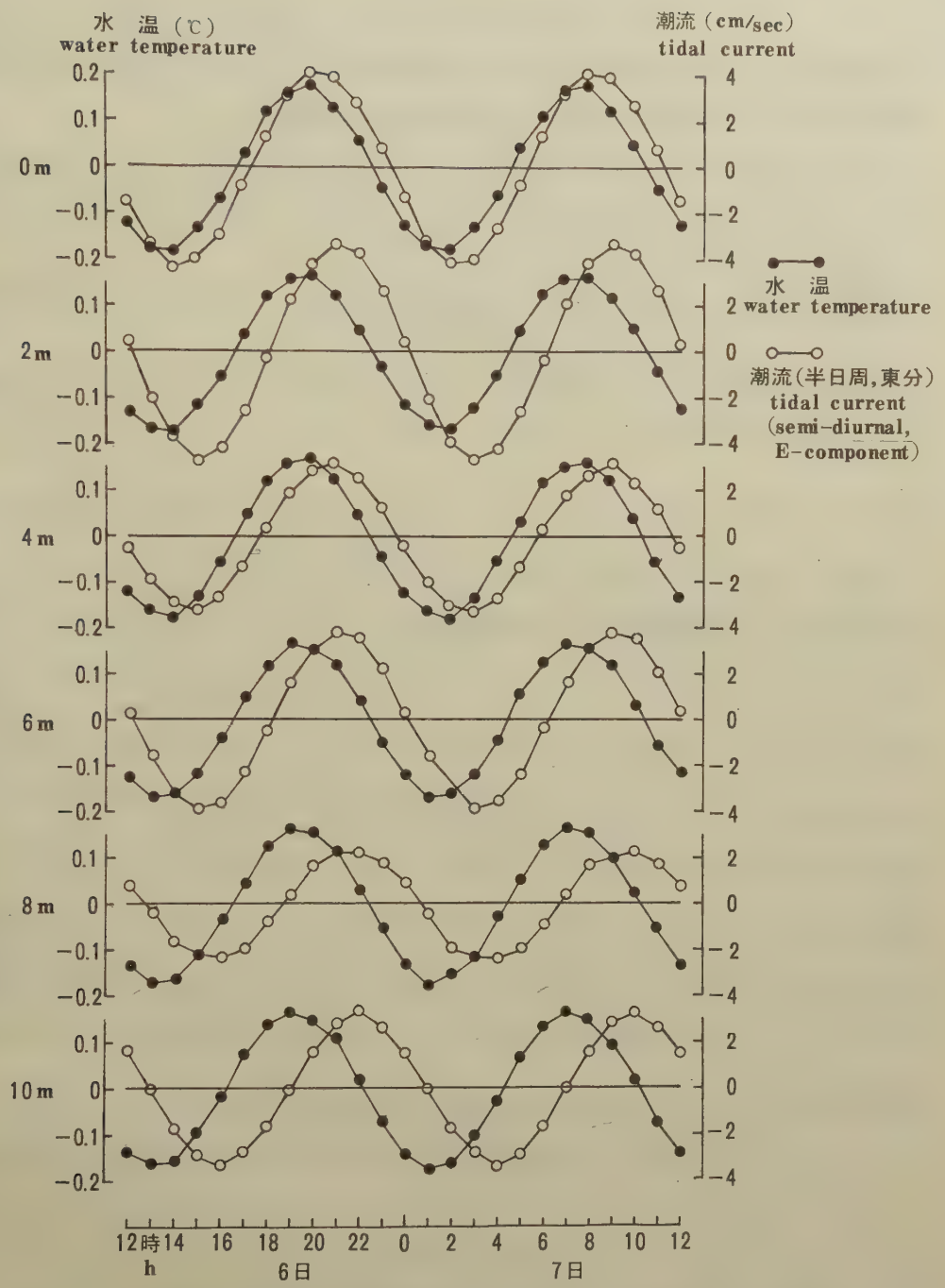


図5.　竹原市高崎町における水温と半日周潮流（東分）の日変化の関係

Fig. 5.　Relation between diurnal chang of water temperature and semi-diurnal tidal current (E-component) at Takasakichō (Takehara-city).

要　　約

1. 広島市似島町，安芸郡江田島町幸ノ浦，竹原市高崎町で実施した水温，塩素量，潮流の同時観測結果から，水温と塩素量の日変化と，潮流との関係を概観した。

2. 水温の日変化は，似島では０ｍは日周期型，２ｍ以深では半日周期型で，深くなるほど位相がずれる。幸ノ浦でも０ｍと２ｍとは日周期型，４ｍ以深は半日周期型で，位相のずれは少ない。高崎町では各層とも半日周期型で，位相のずれはあまり無い。

3. 塩素量の日変化は，似島は日周期型，幸ノ浦は半日周期型で，高崎町ではほとんど変化していない。

4. 潮流との関係がみられるのは高崎町における水温と半日周潮流（東分）であり，東流時に高水温，西流時に低水温となる。

文　　献

1）中野猿人：潮汐学，生産技術センター新社，東京，1975．308－314.

2）気象庁（編）：海洋観測指針，日本海洋学会，東京，1970．411－412.

短　報　Short Articles

投光用電灯及びマイクロ波によるマガキ開殻実験

楠木　豊

Trial to Facilitate Easy and Speedy Schucking Oysters upon Heating Them by Means of a Foodlight or a Microwave Oven

Yutaka KUSUKI

我が国における養殖マガキの販売方法は，生きているカキをむき身にして販売するのが一般的である。このため，カキを1個1個かき打ち又はナイフで開殻し，むき身にするので，むき身作業に要する人件費は支出の大きな部分を占めている。[1] また，カキむき身処理場付近の女性は，工場，商店等に働きにゆく人が多く，カキむき身作業は人手不足の傾向にある。こうしたことから，カキのむき身作業は，カキ養殖経営上最も大きなネックとなっている。むき身作業の能率化，機械化は，カキ養殖業者のひとしく求めているところである。しかし，生カキであること，身がとても軟らかくて傷つきやすいこと，カキ殻の形の変異が大きいこと等の理由から，色々と能率化の試みが行われているようであるが，実用化に向けて進められたものはほとんどない。

ところで，カキは加温すると開殻すること，また，閉殻筋（貝柱）と貝殻との付着面が離れやすくなるので，むき身作業が能率的になることが考えられる。東京芝浦電気株式会社電子管技術部では，マイクロ波によってカキを加熱して開殻させる実験を行い，好成績を得ている。これらのことを考え合わせて，家庭用電子レンジのマイクロ波によるカキの加熱と，投光用電灯の高温熱放射を利用して殻外部から高温を加えることの二方法によって，カキを開殻させ得るかどうかを試験した。この結果は直ちには実用化できないが，何らかの参考になればと考え，実験結果をとりまとめた。

本実験は，中国電力株式会社技術研究所応用研究室及び東芝商事株式会社広島支店特販営業部電子通信課の協力を得て実施したものであり，ここに謝意を表する次第である。

材料および方法

供試マガキは，広島県安芸郡音戸町波多見地先に垂下してある2年生カキを用いた。1972年2月7日に筏から取上げ，付着器から離して1個体ずつとし，殻を洗って付着している泥や付着生物を除去した後試験に供した。試験に用いたカキ個体の大きさは，全重量70～130 g，殻高7.4～9.5 cmであった。

投光用電灯（東芝製100V 1 kw）による照射は，カキを右殻を上にして置き，右殻の5 cm上か

ら照射した。このときのカキ内外の温度の時間的変化を測定する目的で，閉殻筋の後方の殻を一部壊して，右殻内表面とカキ内臓塊とにサーミスター温度計の検出部を挿入し，右殻外表面の温度と共に，時間的な温度変化を測定した。

マイクロ波による実験は，家庭用電子レンジ（東芝製0.6 kw）を用いた。電子レンジには，サーミスター温度計のコードを挿入する穴が無いので，加熱に伴うカキ内臓塊の温度上昇を直接に測定することはできなかった。それで，加熱処理直後に開殻し，カキ内臓塊の温度をサーミスター温度計にて測定した。

これらの加熱処理によって，カキが煮熟状態になったのでは生カキとして販売できないので，加熱処理後のむき身カキの肉眼観察と，えらによるＴＴＣ反応との二方法で，加熱処理がカキに及ぼす影響について調査した。ＴＴＣ反応テスト[2)]は，むき身カキを８℃の冷蔵庫に貯蔵し，２日後の２月９日に取り出し，えらの中央部を切り取ってＴＴＣ試薬による反応によって活性度を調べた。

結　　果

投光用電灯による開殻実験　１回にカキ１個体を照射し，これを４回実験した。このうち，１回目の右殻外表面の温度測定には失敗したので，この温度測定値は除外した。電灯照射による右殻外表面の温度上昇は急速で，照射開始後60秒で約100℃に達し，照射を続けると200～300秒で180℃にも達する。これに対して，右殻内表面の温度上昇速度はゆるやかであり，約150秒で40℃に達し，250～300秒で60℃に達する。カキ内臓塊の温度上昇速度は，右殻内表面の温度上昇速度よりさらにゆるやかであり，約250秒で40℃になり，徐々にではあるが，その後も温度は上昇してゆく（図１）。

この電灯照射に対して，１回目の実験では355秒で開殻，４回目の実験では310秒で開殻した。このときのカキ内臓塊の温度は，それぞれ44℃，49℃であった。２回目と３回目との実験では，殻の開閉運動を始めたので，電灯照射によるカキ加熱処理に基づく開殻時刻が明らかでないため中止した。このときの内臓塊の温度は，それぞれ21℃，20℃であった。

これらの加熱処理を受けたカキのむき身は，肉眼的には，無処理の生カキと差は認められなかった。また，この４個体のカキえらのＴＴＣ反応は，いずれも照射した右側の一番外のえらが無色で活性は認められなかったが，その他のえらは活性を示し，鮮やかな赤色を呈していた。

マイクロ波による開殻実験　カキにマイクロ波を照射する場合には，１回に処理するカキ個体数によって，同じ時間照射してもカキ内臓塊の温度上昇速度が異なる。そこで，１回の処理量を１個体，３個体，５個体の３つの場合に分け，さらに処理時間も変えて実験した。この実験の結果を表１にまとめて示した。

処理量が１個体の場合には，処理時間20秒で開殻するものもあった。処理量が５個体の場合には，処理時間80秒でも，開殻したのは５個体中１個体のみであったが，処理時間100秒では５個体とも開殻した。マイクロ波の照射実験を行ったすべてのカキについて，カキの内臓塊温度と開

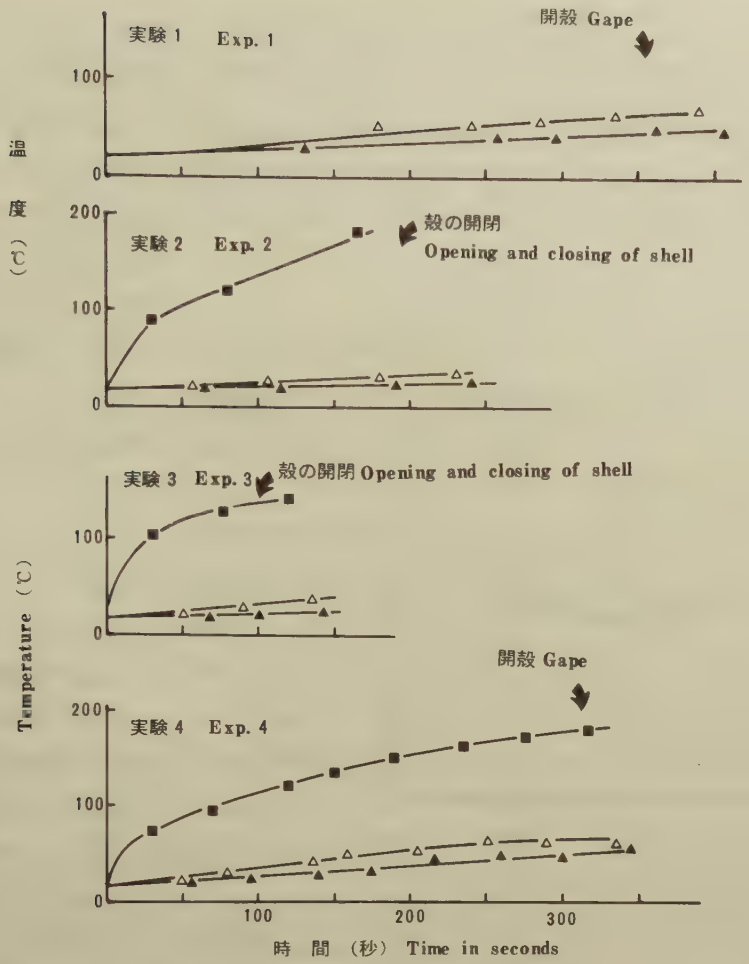


図 1.　投光用電灯を，右殻上 5 cmの位置から照明したときのカキ各部位の温度変化．
■——■，右殻外表面温度；△—△，右殻内表面温度，
▲——▲，カキ内臓塊温度．

Fig. 1. Temperature rises at various parts of an oyster owing to the illumination of a foodlight 5cm above the right valve of an oyster.
■——■, Outer surface of a right valve; △——△, inner surface of a right valve; ▲——▲, visceral mass.

殻との関係をみると，内臓塊温度が30℃台では，すべてのカキが開殻しない。40℃台では，開殻するものもあるが開殻しないものもある。50℃以上になると，すべてのカキが開殻する。

これらのカキのむき身を肉眼観察したところでは，内臓塊温度が50℃以上になった個体でも，外見上無処理のカキと，特に変わった点は認められなかった。ＴＴＣ反応は，閉殻したままのカキのえらはいずれも活性があり，鮮やかな赤色を呈していた。開殻したものは，処理量 5 個体，処理時間100秒のものを除いて，えらの活性が低下して色が薄くなっていた。全部開殻した処理量 5 個体，処理時間100秒のものでは，いずれも活性は認められず，赤色は出なかった。処理時間が長いとえらのＴＴＣ反応が無くなることから考えると，マイクロ波出力を大きくして，処理時間を短かくするのがよいようである。

表1. マイクロ波による開殻実験

Table 1. Experiments of gaping oysters upon heating by microwave radiation.

供試個体数 No. of animals tested	実験番号 No. of experiments	照射時間(秒) Radiation time in seconds	カキ全重量 Total weight (g)	殻高 Shell height (cm)	内臓塊温度(℃) Temperature of visceral mass	えらのTTC反応 TTC reaction* in the gills	殻の開閉 Gaping of** shell valves
	1	20	94.6	8.6	41	+	開 O
1	2	20	68.6	6.7	37	+	閉 C
	3	50	86.4	7.1	65	±	開 O
			89.4	7.8	31	+	閉 C
3	1	35	69.4	6.8	33	+	開閉 OC
			61.5	7.0	43	+	閉 C
			76.3	9.2		+	閉 C
			86.1	7.5		+	閉 C
	1	40	76.3	7.4		+	閉 C
			55.1	6.7		+	閉 C
			67.2	7.0	31	+	閉 C
			110.0	8.2	39	+	閉 C
			83.7	8.3	41	+	閉 C
	2	60	117.6	9.2	33	+	閉 C
			106.3	9.4	33	+	閉 C
			77.1	8.3	43	±	開 O
5			127.8	9.1	45	+	閉 C
			80.8	8.4	43	±	開 O
	3	80	128.8	9.6	41	+	閉 C
			110.4	8.8	43	+	閉 C
			94.2	9.2	41	+	閉 C
			68.8	7.2	68	−	開 O
			48.9	8.4	57	−	開 O
	4	100	65.4	8.1	52	−	開 O
			63.8	7.7			
			86.5	8.1	51	−	開閉 OC

*鮮明な赤色 Bright red color
薄い赤色 Pale red color
赤色発色せず No red color appeared

** O 開殻 Shells opened
C 開殻せず Shells remained closed
OC 殻を開閉する Opening and closing of shells

考察

マイクロ波による処理では，開殻したカキの内臓塊温度は50℃近く，またはそれ以上に上昇しており，明らかに加熱処理による熱まひによって開殻している。この加熱処理も，マイクロ波出力を大きくして処理時間を短かくするのが，カキの身に加熱処理の影響が少なくて，望ましい方法であるといえる。

東京芝浦電気株式会社が，宮城県産マガキを用いたマイクロ波による開殻実験を行った結果は，以下の通りである。実験方法の詳細は不明であるが，カキをプラスチック容器に入れて，ベルトコンベアーにて移動させているようである。マイクロ波出力は3 kwで，カキ29個体を60秒間処理

している。この処理で，カキ内臓塊温度は52～53℃になり，ほぼすべてのカキが開殻している。最適処理量は実験されていないが，この処理量で，マイクロ波出力を4 kwにすると（処理時間60秒），その処理量は2,250個/時（＝18,000個/日）になると推定される。カキの打ち子（むき身する人）1人当たりむき身個体数は，1日に約3,000個である[3]から，出力4 kwの処理量は約6人分のむき身処理量に相当する。この場合，カキは開殻しているので，むき身処理が能率化でき，これを5人でむき身処理するのは容易であると考えられる。

これの実際の応用例を考えてみると，回転ドラムで洗浄したカキをむき身処理場へベルトコンベアーで運搬する途中で，マイクロ波処理するのがよいであろう。この場合に注意しなければならないのは，マイクロ波が人体を照射しないように防禦装置を備えなければならないことである。この防禦装置の例として，図2に示したように，上方と側面は鉄製の蓋で覆い，下側は水槽の中に入れて，マイクロ波を水に吸収させるようにするとよいであろう。また，同じマイクロ波出力でも，処理量によってカキの内臓塊温度の上昇が異なるので，できるだけ均等にベルトコンベアーに乗せるようにする必要がある。また，カキ内臓塊温度が50℃以上になるので，このむき身カキの鮮度保持に及ぼす影響については，別に研究する必要があろう。

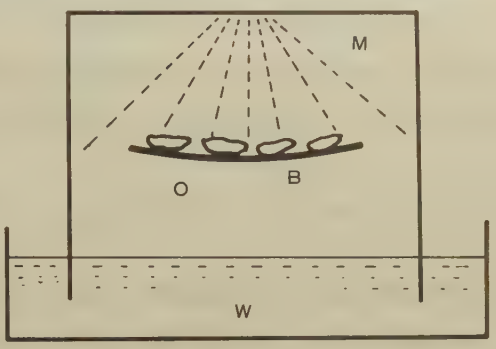


図2.　ベルトコンベアー上のカキをマイクロ波照射によって開殻させる一方法．B，ベルトコンベアー；M，マイクロ波；O，カキ；W，水．

Fig. 2. An example of gaping oysters on a belt conveyor by means of microwave radiation. B, Belt conveyor; M, microwave radiation; O, oysters ; W, water.

投光用電灯照射による加熱処理方法では，カキ内臓塊の温度をあまり上昇させずに開殻させることができるという利点がある。開殻にいたらない場合でも，照射した側（今回の実験では右殻）の殻に少し力を加えれば，殻は閉殻筋から容易にはなれる。したがって，カキ体内温度をあまり上昇させずにむき身処理を能率化できると考えられる。ただし，殻の外からの加熱であり，処理時間は少し長くかかる。また，いずれかの殻の面を，照射する電灯の方向に正しく向ける必要がある。また，かなり高温になるので，カキを入れる容器とかベルトコンベアーのベルトの耐熱性という点に難点がみられる。また，加熱方法として，今回は取扱いの簡便な投光用電灯の熱放射を用いたが，同じ電力では赤外線ランプの方が熱放射量が大きいので，加熱方法には別の方法も検討する必要があろう。

なお，アメリカでは，沸騰水中にカキを20～30秒間浸け，すぐに冷水で冷却すると，カキは少し殻を開けるので，むき身処理が能率化できるという。これを「熱水浸漬法」又は「ショック法」と呼んでいる。[4]このむき身は，生肉とかわらない状態であり，さらに良いことには，大腸菌数が著しく減少するということから，カキの衛生的処理方法の1つに加えられている。それで，広島

のカキを，20秒から80秒まで沸騰水中に浸けて試験してみた。冷水に浸けて冷却した後，空中に露出させておいたが，開殻するものは無かった。むき身してみると，30秒以上沸騰水中に浸けたものは，殻を閉じている力が弱くなっており，むき身は容易であった。20秒浸けたものでも，全たく熱水浸漬をしないものより，むき身しやすかった。むき身の状態は，60秒以上熱水浸漬したものは，えらが変色し，加熱されたことを示しており，閉殻筋（貝柱）の切断面にも加熱のあとがみられた。40～50秒間熱水浸漬したものも，一部のカキに加熱のあとの見られる個体があったが，無処理のカキ生肉と変わらない個体もみられた。20～30秒間熱水浸漬したものは，外見上無処理のカキ生肉と変わらなかった。熱水浸漬したカキの一部は，むき身せず，自然海水中に浸けて，その生死を調べてみた。2日後に調べたところ，60秒間熱水浸漬したものも生きていた。

今回の両実験では，すぐに実用化できる結果は得られていないし，実用化試験は行っていない。また，いずれの方法にも幾つかの問題点があるので，これらの方法でむき身処理がすぐに能率化できるわけではない。しかし，将来において，カキむき身処理の能率化について検討する場合の参考になればと考え，実験結果をとりまとめたものである。

文　　献

1) 木村知博・楠木　豊・三好義照：1963年の広島県におけるカキ養殖業の経営状況について．広島水試研報，12，45－65，1982.

2) 持永泰輔・田口　昭：貝類（特にカキ）の酵素化学的簡易迅速鮮度判定法．食衛誌，4(4)，127－222，1963.

3) 松原孝之・木村知博・竹本義照：広島湾におけるカキ養殖業調査 — 一つの事例 —．広島水試報，21(1)，1－30，1960.

4) U. S. Department of Health, Education, and Welfare : Proceedings － Shellfish Sanitation Workshop. 13－15, 62－74, 1961.

抄　録　Abstracts of Recent Papers on HFES Investigations Published in Other Periodicals

珪藻赤潮の重回帰式と海域区分について

大内　晟・楠木　豊・高山晴義

日本水産学会誌，**49**(6)，867－873 (1983).

Multiple Regression Equations of Diatom Red Tides and Clustering of Observation Sea Area

Akira Ōuchi，Yutaka Kusuki and Haruyoshi Takayama

Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., **49**(6), 867－873 (1983).

1979年6月と9月に広島湾奥部の37調査点で一斉調査を実施し，珪藻赤潮の重回帰式を求め，調査海域の海域区分を行った。

5説明変数（WT，SAL，TDP，DIN，DON）による最良重回帰式で1％水準で有意になった偏回帰係数は6月が，WT，TDP，DINで，9月はWT，SAL，TDP，DINであった。

9説明変数（WT，SAL，DIP，DOP，NH_4^+，NO_2^-，NO_3^-，DON，Si）による最良重回帰式で1％水準で有意になった偏回帰係数は6月がSAL，DOP，NH_4^+で，9月はWT，SAL，DIP，DOP，NH_4^+であった。

6変数（WT，SAL，TDP，DIN，DON，PON）による広島湾奥部の海域区分をクラスター分析によって行った。D= 2.1 では9クラスターに分類されたが，沿岸域や河口域にある調査点は相互に融合が起りにくい。これらの海域は河川水や都水排水の影響を強く受け，特異な海況変動をしていることを示していた。

ヤコウチュウの研究－I
触手と桿状体の機能

高　山　晴　義

藻類，31，44－50（1983）

Studies on *Noctiluca scintillans* (Dinophyceae)－I. Tentacle and rod organ : their functions.

Haruyoshi TAKAYAMA

Jap. J. Phycol. **31**, 44－50（1983）

ヤコウチュウは，触手，桿状体，歯状突起など特有な細胞器官を持っているが，その機能についてはあまりよく知られていない。それらのうち，触手と桿状体が捕食器官としての機能を持っていることを報告した。

放流マダイの追跡調査

（昭和53～56年度）

溝上昭男・高場　稔・猪子嘉生*

生産力応用技術開発報告〔I〕，66～105（1983）

Tracking Survey of Released Red Sea Bream

（1978～1981）

Akio MIZOKAMI, Minonu TAKABA
and Yoshio INOKO

Report of Developement of Technique on Applying Productivity

日本栽培漁業協会は昭和53年度から塩田池利用の種苗生産を広島県尾道市百島で開始し，生産された種苗は大量集中放流することにより，周辺海域の資源添加を図ることも合せて計画された。

広島県は当協の委託をうけ，放流マダイの追跡調査を分担し，昭和53年から56年度まで4か年の調査結果をとりまとめた。

総放流尾数は78.9万尾で，標識率は63％であった。これら放流種苗を追跡することによって百島周辺海域のマダイ幼魚の棲息場，移動分散の方向性，成長，漁業種類別の放流マダイの混獲率（有標識率）および調査海域での幼魚の初期資源尾数を明らかにした。

＊現淡水魚指導所

ヨレモク・ノコギリモクの群落生態研究

高場　稔

近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究（マリーンランテグ計画）プログレス・レポート，－（1983）

Ecological Study of Algal Comunities of *Sargassum tortile* C. AGARDH and *S. serratifolium* C. AGARDH

Minoru TAKABA

Progress Report of Marine Ranching Plan, I－6,－(1983)

倉橋島周辺海域のホンダワラ類の成熟時期を把握し，母藻採集後，ＦＲＰ板，コンクリートブロック，ノリ網に採苗し，その生長過程を観察した。

アカモクは１月と５月，ヨレモク，ヤツマタモクは５月，６月に成熟・放卵し，それらの個体を母藻として流水下の屋外水槽に収容し，幼胚の自然落下により採苗した。付着器の材質の違いによる付着具合に差はみられなかった。人工採苗したホンダワラ類のうち，１月採苗のアカモクは12月下旬に約２ｍに達し成熟放卵した。ヨレモクの１年目の生長は下葉のみで主枝の伸長は短い。ヤツマタモクは12月下旬に84㎝に達した。

倉橋町黒島に着生している天然のヨレモクの円錘状根に形成される年輪をみると１～６輪を有する個体がみられ，ヨレモクでは２輪群，ジョロモクでは３輪群にモードがみられた。

備後灘北部における抱卵ガザミの接岸について

高場　稔・安江　浩

第15回内海漁業研究会報告，66－73（1983）

Studies on Egg-Bearing Swimming Crabs' Approach to the Shore in the Northern Bingonada

Minoru TAKABA and Hiroshi YASUE

Report on the 15th Seto Inland Sea Fisheries Study Meeting, 66－73, (1983)

近年備後灘北部福山市田尻町地先の小型定置網による抱卵ガザミの漁獲量が顕著となり，その実態を明らかにするため漁協市場の日誌を資料とし，接岸時期，量，接岸量と周辺海域の漁獲量の関係について検討した。

接岸時期は年による差はあるが4月第5半旬から8月第4半旬の間で，出現ピークは新暦では5月第3半旬から6月第1半旬と一定しないが，旧暦では各年とも4月15日前後とほぼ等しくなっている。接岸する抱卵ガザミ漁獲量と前年度周辺海域漁獲量は正の相関関係がみられ，抱卵ガザミ漁獲量は前年度周辺漁獲量の約2％にあたる。6月上旬以降の抱卵ガザミ漁獲量と当年漁獲量との間には正の相関がみられ，6月以降漁獲される抱卵ガザミは周辺海域での再生産に寄与していると考えられた。

雑　録　Miscellany

1982年7月19日場内研究発表会記事

1）楠木　豊・木村知博・橋本俊将・馬久地隆幸：カキの成育と環境との関係について

要旨：カキ成育調査に関連して，環境調査は常に行われている。しかし，これまでカキの成育と環境，特に餌料量との間には，何の相関関係も得ることができなかった。カキ餌料量としては海水中の植物色素量を用いているが，今回は，これに間接法濾過水量を掛けることによって，カキの餌料捕捉量を算出した。さらに，捕捉した餌料有機物のうち，生肉に転換される有機物の割合，すなわち餌料効率を導入した。このようにして，海水中カキ餌料量のうち，カキの生肉に転換される量を，次式によって，指数的に求め，これを色素指数と名付けた。

色素指数 ＝ 植物色素量×間接法濾過水量×餌料効率

この色素指数と，カキの生肉量との間には，ある程度の相関関係が得られた。

2）赤繁　悟・楠木　豊・橋本俊将：1979～1981年の広島県下のカキへい死

要旨：産卵期のカキへい死対策の基礎資料を得る目的で，1979～1981年に県下のカキ養殖漁場で産卵期のへい死が終了する時期に，カキ垂下連の上，中，下層からカキを採取した。へい死率は，1979年に22％と比較的高く，1980年に14％，1981年に9％と低い値であった。へい死率は，抑制カキよりもイキスカキで，また中・下層のカキよりも上層のカキで高かった。

その他，生肉重量とへい死率の関係，夏期水温とへい死率について考察した。

詳細は，本誌第13号，35～51頁（1983）．に発表した。

3）馬久地隆幸：マガキの産卵について

要旨：広島湾で垂下養殖されている二年生のマガキについて，放卵，放精に伴う軟体部の形態的変化について調査した。

放卵，放精によって軟体部の容積は21.1％減少した。雌雄別では雌は雄に比べ身入りのバラツキが大きく，放卵に伴う生殖巣の面積比の減少も大きい。

詳細は，本誌第13号，1～5頁（1983）．に発表した。

4）馬久地隆幸：マガキ幼生の排泄物中のアセトン抽出物について

要旨：マガキの浮遊幼生を0.8 μのフィルターで濾過した海水中に収容し，糞を排泄させた後にこれらをフィルターで捕捉し，アセトンで抽出した。この抽出物を分光光度計で測定し吸光曲線を求めたところ，クロロフィルaの酸分解産物であるフェオ色素と同じ吸光曲線であった。幼生の胃内のpHは5～6であることから，餌料中のクロロフィルaは橈脚類において推測されているように，マガキ幼生においても酸分解されると考えられる。

5）高場　稔：ガザミメガロパの夜間浮上について

（本誌本号，39～49頁に掲載）

6）橋本俊将：広島湾奥部水域の潮流

要旨：1982年3月9日から同月19日まで，広島湾奥部水域のかくま島近傍のカキ筏から水面下2mに吊下した自記潮流計による測得結果を検討してみた。この期間の潮汐は，中潮→大潮→中潮→小潮であった。潮流の東分，北分とも，この潮汐の状況にほぼ対応しており，9～15日頃までは流速が大きい（+10～−20cm/sec）が，16～19日は小さくなり（+5～−10cm/sec），特に東分の減衰が目立つ。

調和分解し，恒流と各分潮流の状況をみた。まず恒流の流向は観測期間中236～185度で南方向を示し，流速は3.3～12.2cm/secで，大潮時に大きい。

日周潮流は，観測期間の初期と終期で大きく（最大流速3.8～5.9cm/sec），中期で小さい（最大流速1.0～2.2cm/sec）。主流向は，260～90−180～240～90～180度に変化する。

半日周潮流は，観測期間の初～中期で大きく（最大流速5.5～9.8cm/sec），終期で小さい（最大流速1.9～2.0cm/sec）。主流向は初～中期にほぼ東北～南西流で，終期にほぼ南北流となる。

¼日周潮流は，微弱（1.2～1.9cm/sec）でほぼ南北流であった。

以上の4要素を合成して潮流楕円を作成し，その主流向をみると，初～中期は東北～南西で終期にはほぼ南北となっている。

1982年9月20日場内研究発表会記事

1）増村和彦：タイ科魚類の種苗生産過程における疾病について

要旨：

ア．広島県内におけるタイ科魚類種苗生産量の推移

昭和42年にマダイ約4,000尾が生産されたのが最初であり，以後生産量は飛躍的に増大し，昭和57年には，マダイ，クロダイを合せて1,000万尾程度が生産されている。

イ．広島県において発生のみられた主な疾病

(ア) ナイセリア症

躯幹後半部筋肉の白濁を主徴とする疾病が，昭和46年に15㎜のマダイに発生した。患部から，ナイセリア属細菌が分離されたが，その後発生がみられなくなった。

(イ) コペポーダの大量給餌による消化管の異常膨満

(ウ) 原因不明の斃死

(エ) 滑走細菌症

2）増村和彦：トラフグ養殖試験

要旨：1980年度から1982年の間に，新魚種養殖技術開発試験として，トラフグをとりあげて，種々の餌料を与えて飼育した結果を比較した。イカナゴに栄養剤を添加した餌料，浮餌タイプの配合飼料，モイスペレット等を与えて飼育したが，イカナゴに栄養剤（ハマチエードS）と展着剤（エアバリン）をそれぞれ外割で1％づつ添加した餌料を与えた試験区が非常に良い飼

育成績を示し，栄養剤の添加が極めて有効であるという知見が得られた。

3）高場　稔・溝上昭男：広湾・情原海域における流れ藻付着稚ガニの分布と生態

要旨：ガザミ再生産過程における稚ガニ期の流れ藻付着群の生態と資源的動態を把握するため，流れ藻と付着稚ガニの時期別出現状況，甲幅組成，食性を調査した。

調査は55年から57年の３か年，各月６月から９月にかけて広湾・情原海域約90㎢の範囲で行った。この海域での流れ藻はアマモが40～70％を占め，特に６月，７月に多い。流れ藻付着稚ガニは７月上旬からみられ，流れ藻単位重量あたり付着稚ガニ数は７月下旬に最大となり，56年は最大16.9尾/kg，平均10.6尾/kgで前年の約５倍であった。この海域での各年の最大分布量は55年27万尾，56年62万尾，57年14万尾と推定された。

付着稚ガニの令期は１令53％，２令33％，３令10％となり，稚ガニ初期のものが多く，流れ藻が育成場となっている。ガザミ稚ガニの胃内容の観察ではヨコエビなど流れ藻付着生物を捕食していることが明らかとなった。

本報告は昭和57年度日本水産学会秋季大会で発表した。講演要旨集　40頁

4）高山晴義：広島県沿岸に出現する赤潮生物－Ⅰ（ホルネリアの学名）

要旨：*Chattonella* は，これまでムカシウミミドリムシ，ホルネリアなどと呼ばれてきた。*Chattonella* と呼ばれるに至った過程について述べた。

詳細は，本誌第13号，59～64頁（1983）に発表した。

5）高山晴義：ヤコウチュウの生態

要旨：ヤコウチュウが餌を摂取する過程を観察した結果，触手と桿状体が摂食器官としての機能を有していることが明らかとなった。すなわち，餌はまず触手に捕獲されて細胞口に運ばれ，やがて原形質流動の作用によって体内に摂取される。桿状体は，体内に餌を引き入れる際に，その支点となっている。

そのほか，まだ研究の途中であるが，二分裂および遊走子形成過程についてもこれまでの観察結果を報告した。ヤコウチュウは主として二分裂によって増殖すると思われるが，遊走子がいかなる条件のもとに形成されるのか，明らかにされていない。

6）大内　晟：判別分析による赤潮予知

要旨：1976年から広島湾奥部で実施している赤潮予察調査の７年間分のデータを使用して，赤潮発生の可能性を判別分析により検討した。解析には６変数（WT，SAL，TDP，DIN，DON，PON）を１組とする全データ（N＝526）をPON値によって赤潮群（PON≧250 μg/ℓ）と非赤潮群との二群にわけた。二群の平均値の差はSAL，TDP，DON，PONが1％水準で有意になった。非赤潮群に判別されて，誤判別確率が増加傾向にあって25％以上になると赤潮が発生する傾向がみられた。また，値が５％以下ではTDP，DIN値が異常になり，その後の赤潮発生率は52％であった。赤潮群に判別されて誤判別確率が増加傾向にあって17％以上になる

と赤潮は消滅する傾向がみられた。

1983年10月19日場内研究発表会記事

1）楠木　豊：広島湾における黄変カキの発生

（本誌本号，1～10頁に掲載）

2）楠木　豊・赤繁　悟：カキ連の引き上げによる大量カキ産卵誘発

（本誌本号，11～24頁に掲載）

3）高山晴義：原生動物による赤潮プランクトンの摂食について

要旨：赤潮が消滅する際，その直前に，ある種の繊毛虫や鞭毛虫が増殖することがしばしば観察されている。それらのうちの数種について，赤潮生物を餌とした培養実験を行なった。その結果，これらの原生動物が赤潮生物をよく摂食することがわかった。特に *Gyrodinium* sp. は *Gymnodinium* '65年型種をよく摂食し，25～27℃における実験では，1日に2回分裂するほどの増殖を示した。

4）平田貞郎：プランクトンネット採集によるカタクチイワシ異常卵について

要旨：卵稚仔調査で採集されるカタクチイワシ卵の中には，以前から，卵の内容物が崩壊しているように見える異常卵が数パーセントの割合で認められる。そこで，環境条件等，2, 3の条件とこの出現についての関係を検討した。

昭和56年から3か年の結果では，異常卵は広島湾奥部から呉湾にかけて多い傾向がみられた。各定点の表層水のCODおよびDOとの関係をみると，COD値は異常卵の多い定点で高く或程度の相関が認められるが，DOとは全く相関が認められなかった。また，物理的な損傷の要因として，プランクトンネットの単位曳網距離当りの濾水量との関係をみたが相関は認められなかった。異常卵の生成される要因については，なお今後，室内実験等による検討が必要と考えられる。詳細は第16回内海漁業研究会報告に発表した。

各種刊行物リスト List of Additional HFES Publications

馬久地隆幸：初期餌料の培養技術開発研究．昭和57年度特定研究開発促進事業研究結果報告．15pp．(1983)．

溝上昭男・高場　稔・米司　隆・平田貞郎：昭和57年度回遊性魚類共同放流実験調査事業報告書（マダイ），25pp．(1983)．

米司　隆・溝上昭男・高場　稔・平田貞郎：昭和57年度栽培漁業放流技術開発事業調査報告書（クロダイ），22pp．(1983)．

増村和彦：医薬品の使用に関する研究．昭和57年度魚病対策技術開発研究事業報告書．9pp．(1983)．

楠木　豊・赤繁　悟・橋本俊将・高山晴義：7－2増殖制限因子による赤潮発生防止技術開発試験B．かき殻による赤潮生物抑制効果試験．昭和57年度赤潮対策技術開発試験報告書．19pp．(1983)．

高場　稔・平田貞郎・米司　隆・溝上昭男：昭和57年度指定調査研究事業報告．ガザミの増殖研究．31pp．(1983)．

広島県：昭和56年度斎島地区人工礁漁場造成事業調査報告書．92pp．(1983)．

広島県：昭和56年度地域栽培漁業推進拠点整備パイロット事業および育成水面管理事業報告書．41pp．(1983)．

広島県水産試験場研究報告　第14号

昭和59年3月31日

発行：広島県水産試験場　　場長　木村知博
〔〒737−12〕広島県安芸郡音戸町音戸5233−2
TEL（0823）51−2171

印刷：長　尾　印　刷　所
〔〒729−24〕広島県豊田郡安芸津町三津
TEL（08464）5−0045

Bulletin
of
The Hiroshima Fisheries Experimental Station

No. 14 March 1984

Contents

Original Articles

Kusuki, Y. : An Incidence of Yellow-oysters in Hiroshima Bay 1

Kusuki, Y. and Akashige, S. : Induction of Massive Oyster Spawning by Pulling the Oyster Culturing Strings from Deep to Shallow Layer 11

Takayama, H. : Red Tide Organisms Occurring in Coastal Waters of Hiroshima Prefecture – II. *Noctiluca scintillans* (Macartney) 25

Ōuchi. A. : Forecast System of Red Tide in the Hiroshima Bay 31

Takaba, M. : Studies on Swimming Crab *(Portunus trituberculatas)* Megalopa's Rising to the Surface during the Night 39

Mekuchi, T. : Parasite on Rotifer *(Brachionus plicatilis)* Eggs– I 51

Hashimoto, T. : On the Diurnal Change of Water Temperature, Chlorinity and Tidal Current at Ninoshima, Kōnoura and Takasaki 55

Short Articles

Kusuki, Y. : Trial to Facilitate Easy and Speedy Schucking Oysters upon Heating Them by Means of a Foodlight or a Microwave Oven 65

Abstracts of Recent Papers on HFES Investigations Published in Other Periodicals

Ōuchi, A. Kusuki, Y. and Takayama, H. : Multiple Regression Equations of Diatom Red Tides and Clustering of Observation Sea Area 71

Takayama, H. : Studies on *Noctiluca scintillans* (Dinophyceae) – I. Tentacle and rod organ : their functions. 71

Mizokami, A. Takaba, M. and Inoko, Y. : Tracking Survey of Released Red Sea Bream (1978 – 1981) 72

Takaba, M. : Ecological Study of Algal Comunities of *Sargassum tortile* C. Agardh and *S. serratifolium* C. Agardh 73

Takaba, M. and Yasue, H. : Studies on Egg – Bearing Swimming Crabs' Approach to the Shore in the Northern Bingonada 73

Miscellany

The Station Meeting for Studies and Researchs 75

List of Additional HFES Publications

Published
by
The Hiroshima Fisheries Experimental Station
(5233–2 Ondo-cho, Aki-gun, Hiroshima Pref. 737–12, Japan)